



BIJI  
dan  
TEKNOLOGI BENIH  
KELOR

*Moringa oleifera Lam.*

Bambang Budi Santoso  
IGM Arya Parwata



**BIJI  
dan  
TEKNOLOGI BENIH  
KELOR  
(*Moringa oleifera* Lam.)**

**BIJI  
dan  
TEKNOLOGI BENIH  
KELOR  
(*Moringa oleifera* Lam.)**

Penulis:  
**Bambang Budi Santoso  
I Gusti Made Arya Parwata**



Penerbit Arga Puji

**BIJI  
dan  
TEKNOLOGI BENIH  
KELOR  
(*Moringa oleifera* Lam.)**

Penulis:

**Bambang Budi Santoso; I Gusti Made Arya Parwata**

**Lay Out:**

Muzani

**Desain Cover:**

M. Tahir

**Penerbit Arga Puji Mataram Lombok**

Jl. Berlian Raya Klaster Rinjani 11, Perumahan Bumi  
Selaparang Asri, Midang, Gunung Sari, Lombok Barat

NTB, Tlp: 081-93-1234-271.

e-mail: [argapujilombok@gmail.com](mailto:argapujilombok@gmail.com)

web site: [www.argaPuji.com](http://www.argaPuji.com)

Cetakan Pertama, Oktober 2018

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*All Rights Reserved*

Hak Cipta Buku, Pendaftaran EC00201850020

Nomor Pencatat 000121276

**Penerbit Arga Puji Mataram Lombok**

Biji dan Teknologi Benih Kelor-Bambang Budi Santoso,  
I Gusti Made Arya Parwata-Lombok Barat, NTB.

Penerbit Arga Puji, 2018

xii + 90 hlm. 21 cm x 15 cm.

ISBN: 978-602-6800-99-2

# KATA PENGANTAR

Industri benih saat ini belum mampu menjamin kontinuitas ketersediaan benih bermutu dengan harga terjangkau. Persoalan ini tentu juga terjadi pada tanaman tahunan termasuk tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lam.).

Masalah yang menghambat perkembangan industri benih tanaman tahunan lebih kepada permasalahan karena adopsi varietas unggul oleh petani (pengembang) masih rendah dan terbatasnya areal pohon sumber benih. Selain itu, bahwa perhatian terhadap tanaman kelor ini baru beberapa tahun belakangan, sebelumnya tanaman kelor termasuk tanaman yang terabaikan pengembangannya.

Selayaknya, benih bermutu dari suatu varietas unggul tanaman kelor merupakan salah satu komponen produksi tanaman ini. Dalam upaya pengembangan pertanaman dan sekaligus industri berbasis kelor yang ditujukan baik untuk peningkatan produksi maupun peningkatan kesejahteraan petani, benih bermutu jenis unggul merupakan komponen produksi di hulu yang berperanan sangat strategis dalam tiga hal, yaitu peningkatan kuantitas hasil per satuan luas, peningkatan mutu hasil, dan nilai ekonomis suatu produk tanaman. Ketiga hal tersebut secara langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh terhadap peningkatan kesejahteraan petani pengembang.

Mendapatkan benih tanaman kelor bermutu bukanlah pekerjaan yang mudah. Buku ini dipersiapkan dengan harapan dapat berfungsi sebagai suatu panduan dalam mempersiapkan benih tanaman kelor yang efektif dan efisien terkait dengan pengembangannya. Salah satu faktor yang mempengaruhi penggunaan benih adalah informasi ketersediaan benih secara komprehensif, akurat, dan tepat waktu. Bagi petani, informasi perbenihan diperlukan dalam mendapatkan benih sesuai jenis, varietas, jumlah, mutu, waktu, dan harga. Semoga buku ini dapat pula memberikan inspirasi acuan bagi pengujian benih, wawasan dalam

pengujian benih, dan untuk membangun industri perbenihan tanaman kelor yang mampu mendukung dan meningkatkan produktivitas dan kelestarian, terlebih-lebih saat ini eksplorasi komponen hasil tanaman ini begitu intensif dilakukan terhadap tegakan yang ada dibandingkan pembaharuan tegakan.

Ibarat tak ada gading yang tak retak, maka karya ini adalah sebuah karya manusia yang pasti pula akan ada banyak kekurangannya. Karena itu, saran dan kritik sangat diharapkan. Seraya mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya penerbitan buku ini, harapan penulis semoga buku ini dapat menjadi amal sholeh bagi kami dalam pandangan Tuhan Yang Maha Esa, dan bermanfaat bagi halayak yang berminat untuk mengenal, mengembangkan tanaman kelor di Indonesia, bahkan meneliti lebih lanjut.

Mataram, Oktober 2018

Penulis

# UCAPAN TERIMA KASIH

Buku (monograf) ini merupakan kompilasi dari beberapa hasil percobaan dari penelitian yang berjudul “Teknologi Benih, Pembibit-an, dan Aspek Agronomi Produksi Bio-massa Awal Siklus Pertumbuhan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lam.)” dan beberapa referensi terkait perbenihan tanaman tahunan yang relevan untuk dipersiapkannya buku ini.

Pelaksanaan penelitian ini telah dibiayai melalui Skim Penelitian Produk Terapan (pada tahun pertama) dengan nomor kontrak 074/SP2H/LT/DRPM/IV/2017, dan Skim Penelitian Strategis Nasional Institusi (pada tahun kedua) dengan nomor kontrak 065/SP2H/LT/DRPM/2018.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset Dan Pengembangan Kemenristekdikti Republik Indonesia atas penyediaan dana penelitian tersebut.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada sejawat peneliti yang telah memberikan kontribusi informasi dan pengetahuannya, serta para pihak lainnya yang bekerja sama dan memberikan kemudahan serta aksesibilitas dalam penyusunan buku (monograf) ini.

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv	
UCAPAN TERIMA KASIH	vi	
DAFTAR ISI	vii	
DAFTAR GAMBAR	ix	
DAFTAR TABEL	x	
BAB I	PENDAHULUAN	1
	A. Sekilas Aspek Botani Tanaman Kelor	2
	B. Manfaat Tanaman Kelor	4
	C. Pentingnya Biji dan Teknologi Benih	9
BAB II	BIJI	14
	A. Pembungaan dan Pembentukan Biji	15
	B. Struktur Biji	18
	C. Aspek Agronomi	21
BAB III	BENIH	24
	A. Pengertian dan Arti Penting Benih	25
	B. Aspek Biologi Benih	27
	C. Aspek Agronomi Benih	30
	D. Perkembangan dan Kepentingan Perbenihan Kelor	33
BAB IV	PERBENIHAN KELOR	36
	A. Kondisi dan Sumber Benih Kelor	37
	B. Sumber Benih dan Seleksi Pohon Sumber Benih	40
BAB V	PENANGANAN BENIH	48
	A. Viabilitas dan Kemunduran Benih	49
	B. Pengendalian Kemunduran Benih	54
	C. Pemanenan dan Kematangan Benih	57
	D. Posisi Biji dalam Buah	63
	E. Penyimpanan	67



BAB VI	TEKNOLOGI MEMPERSIAPKAN BENIH KELOR	73
	A. Penentuan dan Pengadaan Pohon Sumber Benih	74
	B. Pemanenan Biji Untuk Benih	76
	C. Penyimpanan	76
	D. Ringkasan Tahapan Memproses Benih	77
	DAFTAR PUSTAKA	79
	DAFTAR ISTILAH	83

# DAFTAR GAMBAR

Gambar,	Halaman
1. Tanaman kelor ( <i>Moringa oleifera</i> Lam.)	3
2. Perakaran umur 1 bulan bibit asal biji (kiri atas), bibit asal stek batang (kanan atas) dan perakaran umur 3 bulan bibit asal biji (kiri bawah) bibit asal stek batang (kanan bawah)	4
3. Buah kelor ( <i>pod</i> ) muda (kiri), buah kelor tua dan beberapa biji di dalamnya (tengah), dan biji kelor dengan sayapnya (kanan)	19
4. Biji kelor tanpa sayap (kiri) yang terdiri dari kernel atau isi biji (tengah), dan kulit biji (kanan)	19
5. Biji Kelor. (A) Biji kelor tanpa sayap; (B) Biji yang dikupas, biji dengan kulit dalam dan <i>vascular bundle</i> ; (C) bagian dalam biji (kernel); (D) keping kotiledon dan embrio	20
6. Perkecambahan biji kelor berkulit luar- <i>shell</i> (kiri), dan biji tidak berkulit- <i>shell</i> (kanan)	22

# DAFTAR TABEL

Tabel,	Halaman
1. Komposisi kimia dan nutrisi tepung daun kelor	8
2. Kandungan fitokimia daun kelor	8
3. Karakter biji kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ) pada berbagai tingkat kematangan buah kelor	61
4. Vigor benih dan bobot kering semai pada berbagai tingkat kematangan buah kelor	61
5. Viabilitas biji kelor pada tiga posisi biji dalam buah	64
6. Pertumbuhan bibit kelor dari tiap posisi biji dalam buah	
7. Daya kecambah (%) benih setelah penyimpanan pada tiga kondisi ruang simpan berbeda	70
8. Kecepatan berkecambah (hr) benih setelah penyimpanan pada tiga kondisi ruang simpan berbeda	70
9. Kandungan minyak (%) biji setelah penyimpanan pada tiga kondisi ruang simpan berbeda	71
10. Kandungan protein (%) biji setelah penyimpanan pada tiga kondisi ruang simpan berbeda	71

# PENDAHULUAN

## **Tujuan Bab**

Penyajian Bab Pendahuluan bertujuan agar para pembaca mengetahui aspek botani tanaman kelor secara singkat berikut dengan beberapa manfaatnya. Selain itu, para pembaca diharapkan mengetahui juga pentingnya biji dan teknologi benih tanaman kelor.

## **Isi bab**

Bab Pendahuluan ini berisikan sub-pokok bahasan yang meliputi:

- Sekilas Aspek Botani Tanaman Kelor
- Manfaat Tanaman Kelor
- Pentingnya Benih dan Teknologi Benih

## A. Sekilas Aspek Botani Tanaman Kelor

*Moringa oleifera* Lam. adalah tanaman yang di Indonesia secara umum dikenal sebagai tanaman kelor. Tanaman kelor di Indonesia dikenal dengan berbagai nama tergantung daerahnya, seperti halnya masyarakat Sulawesi menyebutnya kero, wori, kelo, atau kelo, di Madura menyebutnya maronggih, di Sunda dan Melayu disebut kelor, di Aceh disebut murong, di Ternate dikenal sebagai kelo, di Sumbawa disebut kawona, dan di Minang dikenal dengan nama munggai, sedangkan masyarakat di Jawa, Sunda, Bali, dan Lampung, menyebutnya kelor. Seperti halnya di beberapa daerah di Indonesia, tanaman kelor juga memiliki nama yang berbeda untuk tiap Negara.

Tanaman kelor berumur panjang (*perennial*). Batangnya berkayu, tegak, berwarna putih kotor hingga abu, berkulit tipis dengan permukaan kasar dan mudah patah. Tinggi batang tanaman kelor dapat mencapai 10 meter. Daunnya tipis, bersirip tidak sempurna, berbentuk kecil dan menyerupai bulat telur. Buahnya bersisi segi tiga memanjang antara 20–60 cm, ketika masih muda berwarna hijau, namun setelah tua warnanya berubah menjadi cokelat, biji berbentuk bulat berwarna cokelat kehitaman dengan sayap di ketiga sisi, bobot biji sangat ringan, sedangkan kulit biji mudah dipisahkan sehingga meninggalkan isi biji (kernel) yang berwarna putih.

Pada buku mengenai tanaman kelor yang telah diterbitkan oleh penulis pada tahun 2017 lalu, dijelaskan bahwa tanaman yang dikenal sebagai kelor dalam klasifikasi botaninya termasuk ke dalam Kingdom-*Plantae*, Order-*Brassicales*, Family-*Moringaceae*, Genus-*Moringa*, dan Species-*Moringa oleifera* Lam.

*Moringa oleifera* Lam. atau sinonimnya *Moringa pterygosperma* Gaertner adalah species yang paling terkenal dari tiga belas spesies genus *Moringaceae*. Tanaman ini diduga berasal dari wilayah Agra dan Oudh, yang terletak di Barat Laut India, wilayah pegunungan Himalaya bagian Selatan. Masyarakat kuno India mengetahui bahwa biji

tanaman kelor mengandung minyak nabati dan mereka menggunakannya untuk tujuan pengobatan tradisional.



Gambar 1. Tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lam.) (kiri), buah (kanan atas), dan biji (kanan bawah) (Santoso *et al.*, 2017)

Kelor merupakan tanaman tergolong perdu yang tinggi pohonnya dapat mencapai 10 meter, tumbuh subur pada dataran rendah sampai ketinggian 2.000 meter di atas permukaan laut. Kelor dapat tumbuh dengan baik pada berbagai jenis tanah kecuali tanah berlempung berat dan menyukai pH tanah netral sampai sedikit asam.

Secara umum, kondisi lingkungan yang dibutuhkan tanaman kelor agar dapat tumbuh dengan baik adalah lingkungan beriklim tropis atau subtropis dengan ketinggian tempat antara 0-2.000 meter di atas permukaan laut, bersuhu antara 25-35 °C dengan curah hujan berkisar 250-2.000 mm per tahun, dengan tipe tanah berpasir atau lempung berpasir ber-pH tanah antara 5-9.

Tanaman kelor sangat tahan dengan kekeringan. Hal ini dikarenakan sistim perakarannya yang kuat dan mengalami pembesaran ukuran yang berguna sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan dan air, sehingga pada saat kemarau yang panjang, tanaman kelor masih dapat hidup.



Gambar 2. Perakaran umur 1 bulan bibit asal biji (kiri atas), bibit asal stek batang (kanan atas) dan perakaran umur 3 bulan bibit asal biji (kiri bawah) bibit asal stek batang (kanan bawah)

## **B. Manfaat Tanaman Kelor**

Pemanfaatan tanaman kelor sebagai sayuran dan juga obat tradisional merupakan bentuk manfaat yang selama ini tersebar luas di sebagian besar daerah di Indonesia. Bagian tanaman yang dimanfaatkan sebagai obat adalah daun, kulit batang, biji, hingga akarnya, sedangkan yang dimanfaatkan sebagai sayuran adalah buah muda, daun,

dan bunga. Padahal, berdasarkan hasil penelitian intensif yang dilakukan peneliti di Afrika dan India, dan beberapa negara-negara Eropah dan Amerika, bahwa ternyata tanaman kelor telah menjadi basis utama dalam memerangi kondisi kurang gizi, lapar gizi, dan berbagai problema kesehatan, terutamanya bagi masyarakat di Afrika dan India, serta Pakistan. Oleh karena itu, kini tanaman kelor mulai dan telah dibudidayakan secara intensif di beberapa negara ataupun daerah termasuk di Indonesia, baik skala rumah tangga, perkebunan kecil maupun besar yang terpadu dengan industri pengolahan dengan sarana ekspor.

Seiring dengan menyebarnya informasi tentang manfaat dan khasiat tanaman kelor, kini produk-produk berbasis tanaman kelor mulai merebah penggunaannya dan diproduksi. Di beberapa negara, tanaman kelor diolah dalam bentuk makanan seperti tepung daun kelor, bubur, sirup, teh daun kelor, saus kelor, biskuit kelor dan lainnya, sedangkan minyak biji digunakan sebagai bahan kosmetika, maupun sebagai sumber alternatif bahan bakar minyak, terutamanya biodisel.

Bagian tanaman yang paling banyak dimanfaatkan adalah daunnya. Daun kelor dapat dikonsumsi karena mengandung gizi dan protein tinggi. Kandungan senyawa berkhasiat sebagai sumber gizi yang terdapat dalam daun kelor meliputi nutrisi, mineral, vitamin dan asam amino. Mineral yang terdapat dalam kelor diantaranya adalah kalsium, kromium, tembaga, fluorin, besi, mangan, magnesium, molybdenum, fosfor, kalium, sodium, selenium, sulfur, dan zink.

Biji kelor berkhasiat dalam mengatasi muntah atau mual. Biji kelor yang telah masak dan kering mengandung *pterigospermin* yang pekat hingga bersifat germisida dan stimulan. Biji kelor yang telah tua berkhasiat sebagai antitumor, anti inflamasi, mengobati kutil dan penyakit kulit ringan, sariawan, lambung, demam, dan rematik. Bahkan biji tua beserta kulit bijinya dapat digunakan sebagai bahan penjernih air.



Jadi, sebagian besar bagian-bagian tubuh tanaman kelor mulai dari daun, buah, biji, bunga, kulit, batang, hingga akar memiliki manfaat yang luar biasa, baik sebagai bahan sayuran (pangan) sehat, bahan obat berbagai macam penyakit, pakan ternak, bahan pembersih air, hingga bahan atau sumber alternatif energi nabati (biodiesel). Atas dasar banyaknya kegunaan dari tanaman kelor, maka terdapat beberapa julukan untuk pohon kelor ini, di antaranya *The Miracle Tree*, *Tree for Life*, *The Mother's Friend*, dan *Amazing Tree*.

Walaupun tanaman kelor memiliki potensi manfaat begitu banyak, namun di Indonesia sendiri pemanfaatan tanaman kelor masih belum banyak diketahui. Sebagian besar masyarakat memanfaatkan terutama daun dan buah mudanya sebagai sayur. Penggunaan daun kelor sebagai sayuran umum dilakukan masyarakat di Nusa Tenggara Barat, namun penggunaannya sebagai bahan obat, pakan ternak, maupun bijinya sebagai sumber energi nabati belum dilakukan. Beberapa tahun belakangan ini pemanfaatan tanaman kelor sudah mulai semakin beragam peruntukan dan meluas di masyarakat, terutama sebagai sumber pangan sehat dan beberapa manfaat pengobatan serta bahan baku produk kecantikan.

Hampir semua bagian tanaman kelor ada manfaatnya. Secara garis besar beberapa kegunaan tanaman kelor adalah sebagai berikut,

### **Sebagai sumber energi alternatif**

Dari tanaman kelor dapat dihasilkan beberapa bentuk energi seperti biogas, bioethanol, biodisel, dan briket. Khususnya biodiesel, sumber energi ini dapat diperoleh dengan memanfaatkan minyak yang ada di dalam biji yang bersifat ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar minyak solar. Kandungan minyak biji kelor sekitar 35%. Buah yang di dalamnya berisi banyak biji sudah dapat terbentuk pada tanaman yang telah berumur satu tahun.

Proses transesterifikasi pada minyak biji kelor mengubah minyak tersebut menjadi biodiesel. Tentunya biodiesel ini merupakan biodiesel yang terbarukan, tidak beracun, *biodegradable*, dan menghasilkan emisi yang kurang berbahaya.

### **Sebagai sumber pangan sehat**

Bagian utama tanaman kelor yang merupakan sumber pangan sehat terutama adalah daun dan buahnya. Pada daun terkandung kalsium, vitamin C, vitamin A, Kalium, zat besi, dan protein yang sangat tinggi. Buah yang sering dikatakan sebagai buah polong yang masih muda merupakan bahan sayuran bergizi tinggi karena banyak mengandung asam amino penting bagi kesehatan tubuh. Bagi ibu-ibu hamil dan menyusui, mengkonsumsi daun kelor sangat bermanfaat bagi pertumbuhan janin yang dikandungnya dan mempercepat pertumbuhan serta menambah kekebalan bayi.

### **Sebagai sumber herbal (obat)**

Hampir seluruh bagian tanaman kelor dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat herbal. Daun kelor banyak khasiatnya untuk bahan terapi berbagai penyakit. Daun kelor dimanfaatkan sebagai bahan pengobatan terutama bagi masyarakat yang kekurangan gizi.

Sebagai tanaman yang dikenal memiliki khasiat obat, maka banyak kandungan senyawa bersifat obat yang dijumpai di sebagian besar bagian tanaman. Senyawa aktif yang ditemukan hampir di seluruh seluruh bagian tanaman seperti akar, kulit kayu, daun, biji, minyak, buah, dan bunga. Sifat penyembuhan tanaman kelor meliputi anti-tumor, antipiretik, antiulcer, antispasmodic, diuretik, anti-hipertensi, menurunkan kolesterol, antioksidan, hepatoprotektif, antibakteri, dan kegiatan fungisidal, serta anti diare. Belakangan ini manfaat obat dari tanaman ini juga untuk pengobatan kardiovaskular, gastrointestinal, hematologic, dan juga pada gangguan hepatorenal.

Tabel 1.  
Komposisi kimia dan nutrisi tepung daun kelor.

<b>Komponen</b>	<b>Nilai</b>
Komposisi proksimat:	
Bahan kering	93,0-94,6
Protein kasar (%)	24,5-28,0
Serat kasar (%)	5,1-7,1
Lemak (%)	4,9-6,0
Abu (%)	12,2
Ca (%)	2,5
P (%)	0,3
EM (MJ/kg)	8,6
Profil asam amino (%BK):	
Lysine	1,1-1,6
Histidine	0,6-0,7
Threonine	0,8-1,4
Arginine	1,2-1,8
Methionine	0,3-0,4

Sumber: Aderinola *et al.* (2013); Cwayita (2013); Melo *et al.* (2013)

Tabel 2.  
Kandungan fitokimia daun kelor.

<b>Komponen</b>	<b>Nilai</b>
Tannin	+
Karbohidrat	++
Saponin	+
Glikosida	+
Gula reduksi	++
Terpenoid	+
Steroid	++
Flavonoid	+++
Sitosterol	1,15 % dalam g/100 g
Stigmasterol	1,52 % dalam g/100 g

Sumber: Okechukwu *et al.* (2013);

### **Sebagai sumber pakan ternak**

Daun kelor banyak mengandung hara mineral (nutrient), yang pada beberapa daerah dimanfaatkan sebagai makanan ternak (*supplement*). Ternak yang diberikan daun kelor pada pakan atau ransumnya akan dapat meningkatkan bobot badan yang nyata, sedangkan pada hewan yang memproduksi susu, hasil susunya meningkat. Selain itu ketahanan ternak terhadap beberapa penyakit semakin meningkat pula.

### **Sebagai sumber senyawa pengatur tumbuh**

Khasiat sebagai senyawa pengatur tumbuh diketahui masih terbatas pada pengujian di laboratorium maupun skala percobaan. Diketahui bahwa ekstrak daun kelor dapat sebagai senyawa pengatur tumbuh beberapa tanaman. Penyemprotan larutan (ekstrak) daun kelor tampaknya dapat memacu pertumbuhan tanaman muda (pada fase pembibitan). Tanaman yang disemprotkan larutan ekstrak daun kelor akan menjadi lebih tahan terhadap hama dan penyakit, periode tumbuh yang lebih panjang, perakaran yang semakin kokoh, lebatnya pertumbuhan daun maupun batang, lebih banyak membentuk buah, dan meningkatkan hasil.

### **Sebagai bahan pembersih air**

Hancuran biji kelor tanpa kulit dapat sebagai bahan pembersih air yang kotor (memperbaiki kualitas air). Hal ini dikarenakan pada biji kelor terdapat senyawa yang dapat berperan sebagai koagulan alami, dapat mereduksi logam berat dan pembersih dari cemaran bakteri *E. coli*.

## **C. Pentingnya Benih dan Teknologi Benih**

Pada beberapa tahun ini industri berbahan baku tanaman kelor di Indonesia berkembang cukup pesat baik. Pesatnya perkembangan industri berbahan baku tanaman kelor tercermin dari munculnya beberapa perusahaan yang memerlukan pasokan hasil dari tanaman kelor. Oleh

karena itu telah tumbuh dan berkembang pula beberapa perkebunan tanaman kelor, walaupun luasannya masih sangat terbatas.

Peningkatan kebutuhan hasil tanaman kelor sebagai bahan baku industri telah nampak, terutama di kawasan Nusa Tenggara Barat, terutamanya pada pusat-pusat pertanaman kelor yang telah berkembang secara turun temurun di masyarakat. Seperti misalnya di Kabupaten Lombok Utara, NTB. Saat sekarang ini para pengusaha berbahan baku tanaman kelor (terutama industri yang berada di Jawa Timur) telah mengakibatkan sebagian besar tanaman kelor di kawasan ini kini menjadi lebih berharga. Untuk mencukupi kebutuhan konsumen, para petani (pemilik tanaman kelor) memanen baik biomasa daun maupun buah dan biji kering dengan cara memangkas. Akibatnya sebagian besar populasi tanaman kelor terpankas tidak teratur. Hal ini berakibat pada tidak dapat terpenuhinya kebutuhan konsumen secara berkelanjutan, sehingga para konsumen mencari kawasan baru, demikian seterusnya.

Ketidak-beradaan teknologi budidaya tanaman kelor sebenarnya penyebab utama fenomena di atas terjadi. Jika kondisi tersebut terus berlangsung hingga waktu yang relatif tidak panjang tentunya akan menyebabkan rusaknya pertanaman kelor yang sudah ada di masyarakat. Akibat lebih jauh adalah hilangnya plasma nutfah, keragaman genetik, dan pada jangka pendek menyebabkan hilangnya sumber ekonomi masyarakat setempat.

Dalam rangka pengembangan tanaman kelor yang lebih baik untuk memenuhi kebutuhan industri, maka pengembangan teknologi budidayanya sangat diperlukan. Awal mula pertanaman tentunya penyediaan bibit bermutu. Bibit bermutu tentunya membutuhkan ketersediaan benih bermutu pula.

Ketersediaan benih bermutu sangat diperlukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman kelor dan keberhasilan rehabilitasi pertanaman rakyat. Mutu benih tersebut dapat dicerminkan dari tiga aspek, yaitu mutu

genetik, fisik, dan fisiologi. Mutu genetik berhubungan dengan penampilan sumber benih yang dapat ditelusuri dari materi genetik yang digunakan (asal usul benih), desain pembangunan, dan metode seleksi. Mutu fisik dan fisiologi merupakan hasil dari kegiatan penanganan benih. Informasi mutu benih merupakan hal yang sangat penting dalam sistem budi daya tanaman kelor karena benih telah menjadi komoditas perdagangan, baik di tingkat nasional maupun internasional. Benih penentu keberhasilan berbudidaya tanaman tahunan seperti halnya kelor.

Seperti apa yang diistilahkan oleh bapak benih Indonesia, Prof. Sjamsoe'ed Sadjad, bahwa benih itu diibaratkan sebagai tanaman mini, benih itu kecil tapi indah, dan benih itu hasil hari ini, janji esok hari. "Benih itu tanaman mini" barmakna bahwa benih itu merupakan tanaman utuh, dibalik wujudnya yang mini tersimpan informasi genetik sebagai suatu potensi. Sebutir benih adalah bakal kehidupan, maka benih harus diperlakukan dengan baik sesuai dengan sifat-sifatnya mulai dari saat produksi, proses penanganannya, penyimpanan, dan distribusi. "Benih itu kecil tapi indah" berarti kita harus berpandangan bahwa kehidupan ini sekecil apapun harus dihayati dan dikagumi. Dan hidup ini harus diisi dengan disiplin tinggi sehingga memberikan manfaat untuk masa depan, "Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan, dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling. Sedangkan "Benih itu hasil hari ini, janji esok hari" memiliki arti bahwa benih yang dihasilkan harus memiliki kemampuan untuk menjanjikan yang baik dimasa yang akan datang. Benih itu harus mengandung optimisme, karena apa yang dihasilkan hari ini adalah janji untuk esok hari. Benih harus memberikan hasil yang baik bagi petani yang menanamnya, sehingga inovasi dan kreativitas dalam menghasilkan benih bermutu sangat dibutuhkan, agar

benih yang diproduksi mampu memberikan manfaat kepada pengguna benih.

Sertifikasi mutu benih telah diatur dan dituangkan dalam beberapa peraturan perundang-undangan, seperti a) Undang Undang (UU) Nomor 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman, b) Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 44 Tahun 1995 tentang Perbenihan Tanaman, c) Peraturan Menteri Kehutanan (Permenhut) Nomor P.01/Menhut-II/2009 tentang Sistem Perbenihan Tanaman Hutan. Keberadaan peraturan perundang undangan tersebut menunjukkan bahwa betapa pentingnya perbenihan dalam mewujudkan pertanian, kehutanan, dan perkebunan yang maju, efisien, dan tangguh.

Adalah suatu hal yang tidak dapat dipungkiri bahwa benih memiliki fungsi agronomi atau merupakan komponen agronomi, oleh karena itu benih termasuk ke dalam bidang atau ruang lingkup agronomi. Untuk dapat menghasilkan produksi yang setinggi-tingginya dalam pengembangan usahatani tanaman kelor, benih merupakan salah satu sarana produksi. Karena benih merupakan sarana produksi, maka benih harus bermutu tinggi baik dalam hal mutu fisiologis, mutu genetik, dan mutu fisik dari jenis yang unggul. Sebagai suatu komponen agronomi, maka benih lebih berorientasi kepada penerapan aspek-aspek ilmiah, oleh karena itu lebih bersifat ilmu dan teknologi. Ilmu benih adalah suatu cabang dari biologi yang mempelajari tentang biji sebagai bahan tanam dengan segala aspek morfologi dan fisiologisnya.

Suatu hal yang pasti bahwa, benih sebagai komponen agronomi selalu dituntut tersedia dengan syarat mutu yang tinggi. Mutu yang harus dipenuhi oleh suatu benih adalah mutu fisiologis seperti daya kecambah, vigor, dan daya simpan yang tinggi, dan mutu genetik seperti kemurnian benih, serta mutu fisik yaitu bersih dari kotoran fisik. Selain itu juga harus memenuhi mutu kesehatan benih yaitu benih harus terbebas dari hama dan penyakit.

Tuntutan mutu tersebut di atas hanya dapat diperoleh jika suatu benih diproduksi dan diuji kualitasnya dengan

cara-cara yang sesuai dengan standar dan ketentuan yang telah ditetapkan. Permasalahan dalam perbenihan yang berhubungan dengan mutu benih dapat muncul pada saat proses produksi benih, processing, penyimpanan dan pada proses pengujian mutu benih. Jika salah satu dari proses tersebut tidak berjalan sebagaimana mestinya, maka mutu benih yang diperoleh tidak sesuai dengan mutu yang diharapkan.



# **BIJI**

## **Tujuan Bab**

Disajikannya Bab ini dengan tujuan agar para pembaca mengetahui apa yang dimaksud dengan biji, berikut dengan aspek biologi terutama struktur biji, dan juga aspek-aspek agronomi dari biji tersebut.

## **Isi Bab**

Bab ini berisikan sub-pokok bahasan yang menjelaskan mengenai:

- Pembungaan dan Pembentukan Biji
- Struktur Biji
- Aspek Agronomi

Baik itu biji ataupun benih adalah biji atau benih sejati (*true seed*) yaitu biji atau benih yang dibentuk dari proses reproduksi atau seksual pada tanaman. Pada tanaman yang ditanam dengan tujuan menghasilkan benih atau biji, maka terbentuknya benih atau biji dengan jumlah yang banyak merupakan suatu indikator keberhasilan. Sebaliknya bila tanaman tersebut tidak membentuk benih atau biji maka hal ini merupakan suatu kegagalan.

### **A. Pembungaan dan Pembentukan Biji**

Umumnya, pembungaan pada suatu tanaman dipengaruhi oleh faktor dalam (fisiologis) tanaman itu sendiri, seperti tingkat kedewasaan setiap jenis tanaman dan status hara (terutama perbandingan Karbohidrat/Nitrogen) pada tubuh tanaman. Suatu tanaman belum dapat berbunga atau membentuk bunga jika tanaman masih relatif muda, belum dewasa ataupun belum besar, dan kandungan cadangan makanannya masih sangat sedikit. Pada tanaman yang demikian itu, tanaman masih muda, pertumbuhannya ditandai dengan hanya mengalami perubahan kuantitatif, seperti berlangsungnya aktivitas pembentukan akar, batang, dan daun sehingga tanaman tumbuh menjadi lebih besar, dan lebih berat. Selanjutnya tanaman tersebut sedikit demi sedikit mulai melakukan penimbunan bahan makanan cadangan dalam persiapannya menuju pertumbuhan tahap selanjutnya sebelum memasuki fase tanaman yang lebih besar (fase dewasa).

Tanaman akan dapat menghasilkan atau membentuk bunga jika tanaman sudah cukup besar atau dewasa dan telah banyak menimbun cadangan makanan. Pada tanaman yang demikian itu, tanaman sudah besar atau dewasa, pertumbuhannya telah mengalami perubahan dari kuantitatif ke kualitatif, seperti berlangsungnya fase pembentukan primordia bunga dan fase pembentukan bunga dan kemudian akhir pembentukan buah.

Pada tanaman yang sedang beralih ke fase pembentukan primordia bunga, tanaman memperlihatkan

tanda-tanda seperti pertumbuhan tanaman semakin lambat (seolah-olah pertumbuhan terhenti), pertumbuhan ruas batang semakin pendek, titik tumbuh mulai melebar sehingga bagian ujung batang berbentuk kerucut tumpul. Daerah meristematik pada titik tumbuh (meristem vegetatif) akan berubah menjadi meristem reproduktif yang pada akhirnya membentuk primordia bunga. Demikian halnya dengan status nutrisi dalam tanaman, jika status C (karbohidrat) dalam tanaman lebih tinggi dari N (nitrogen) (= rasio C/N lebih tinggi) maka tanaman akan beralih dari fase vegetatif ke fase generatif, sebaliknya jika status N lebih tinggi dari C (= rasio C/N lebih rendah) maka tanaman akan terus mengalami pertumbuhan vegetatif, yaitu hanya membentuk akar, batang, dan daun.

Biji berkembang dari bakal biji yang terletak di dalam bakal buah dari suatu bunga. Bakal buah kelor mengandung beberapa biji seperti halnya pada kacang-kacangan. Sementara bakal biji berkembang menjadi biji, bakal buah berkembang menjadi buah. Secara khas setelah pembungaan terdapat tiga tahap perkembangan biji yang berbeda. Dua tahap pertama yaitu perkembangan embrio dan akumulasi cadangan makanan (disebut juga tahap pematangan biji), sedangkan tahap berikutnya ialah pematangan biji.

Pada sudut pandang biologi, pembentukan biji merupakan suatu fase dari daur hidup tanaman berbiji. Biji juga dapat dianggap sebagai konsekuensi dari generasi gametofit (megagametofit dan mikrogametofit) dan oleh karena itu merupakan awal dari saprofit baru. Biji berkembang dari bunga, tetapi tidak setiap kuncup bunga tumbuh berkembang berhasil menjadi biji. Kegagalan pembentukan biji tersebut dapat terjadi pada seluruh tahap, yaitu pada kuncup gagal untuk berkembang menjadi bunga dan gugur, atau bunga tidak dapat terbentuk, ataupun ovul (bakal buah) yang terbuahi gagal berkembang menjadi biji.

Kegagalan penyerbukan dapat dikarenakan kurangnya serbuk sari yang sesuai atau dapat juga dikarenakan tidak

ada tersedia agen penyerbuk yang tepat. Hujan dan kelembaban relatif bersifat menghambat penyerbukan. Lebih banyak bunga diserbuki jika cuaca kering dan cerah.

Perkembangan kuncup menjadi bunga dan ovul yang dibuahi menjadi biji dipengaruhi oleh ketersediaan air, hara mineral, dan cahaya. Oleh karena itu, selalu terjadi fenomena kompetisi antar tanaman bahkan antar bagian tanaman yang berbeda pada tanaman yang sama. Jika air dan hara mineral terbatas, kompetisi akan cenderung dimenangkan oleh tanaman-tanaman yang tumbuh lebih kuat, sedangkan tanaman yang lebih lemah akan mengurangi dan menggugurkan kuncup bunga atau biji yang sedang berkembang. Fenomena yang umum dapat kita lihat pada suatu tanaman adalah bahwa kuncup bunga dan biji yang paling dekat dengan sumber pasokan, yakni dekat dengan batang utama akan terus berkembang sedangkan yang terdapat pada bagian cabang-cabang lateral biasanya akan gugur.

Biji-biji yang terus tumbuh dan berkembang tentu membutuhkan dan menggunakan bahan-bahan (terutama karbohidrat) yang disintesis dalam daun. Pada suatu tanaman terdapat kompetisi dalam menggunakan bahan-bahan tersebut. Ovul yang berlokasi dekat dengan daun memperoleh bahan-bahan tersebut lebih banyak dibandingkan dengan ovul yang letaknya lebih jauh. Itulah sebabnya mengapa biji di bagian bawah (pangkal) malai atau tongkol lebih besar daripada yang terdapat di bagian atasnya (ujungnya). Fenomena itupun terjadi pada buah kelor. Biji-biji yang jumlahnya banyak pada satu buah kelor akan memiliki tingkat kematangan biji yang berbeda. Biji-biji yang letaknya dekat dengan pangkal buah akan lebih dahulu matang dan kemudian masak dan seterusnya diikuti oleh biji-biji yang letaknya di bagian tengah buah kelor. Biji-biji yang letaknya di ujung buah kelor akan matang dan masak paling akhir. Hal tersebut juga akan mempengaruhi berat biji. Biji-biji pada pangkal dan tengah buah kelor relatif lebih berat dibandingkan biji-biji yang berada di bagian ujung buah kelor. Kondisi yang demikian

ini akan menyebabkan kualitas biji kelor akan berbeda walaupun berasal dari satu buah yang sama, apalagi berasal dari buah yang berbeda.

## **B. Struktur Biji**

Biji (*grain*) dan benih (*seed*) secara alamiah merupakan alat utama untuk mempertahankan dan menjamin kelangsungan hidup suatu jenis tumbuhan atau spesies. Demikian pula halnya secara botanis, biji dan benih ditinjau dari strukturnya tidak berbeda dan keduanya berasal dari zygote. Biji adalah hasil atau produk tanaman yang digunakan untuk tujuan konsumsi atau diolah sebagai bahan baku industri. Biji kelor dalam hal ini dimanfaatkan sebagai sumber minyak nabati untuk berbagai keperluan seperti bahan dasar obat, herbal, kosmetika, dan bahan pembersih air kotor, serta sebagai sumber alternatif energi nabati atau sumber bahan bakar minyak karena pada bijinya terkandung minyak yang cukup banyak. Pada biji terdapat miniatur tanaman yang secara biologi diistilahkan embrio dan dilengkapi dengan struktur dan fisiologis. Pada biji ini dilengkapi pula dengan struktur yang disebut sebagai endosperma atau kotiledon yang berperan sebagai cadangan makanan.

Buah kelor berbentuk polong bersegi tiga (*lobe*) dengan panjang mencapai 20-60 cm. Pada saat polong tersebut kering, belahan longitudinal sebanyak tiga bagian akan nampak nyata. Setiap polong berisikan sekitar 12-30 biji. Dalam perkembangannya, polong berwarna hijau saat muda dan kemudian menjadi hijau tua setelah mulai masak, dan kemudian berwarna coklat setelah mengering. Dari sejak mulai bunga antesis hingga buah mengering membutuhkan waktu sekitar 80-90 hari.

Biji kelor berwarna coklat dan berbentuk bulat dengan tiga sisi punggung (*trigonous*) yang padanya terdapat struktur seperti sayap berwarna putih. Biji kelor merupakan biji berkeping dua (dikotil) dan tersusun atas kulit (*shell*) dan isi biji (*cermel*) yang di dalamnya terdapat embrio.

Bobot rata-rata setiap biji kelor adalah sekitar 0,3-0,5 g dan rasio isi biji atau kernel terhadap kulit adalah 3:1. Dari total berat biji, bagian yang berupa kulit menempati sekitar 23,7-35,2% dan isi biji sekitar 64,8-76,3%. Isi setiap biji kelor terdiri atas embrio, kotiledon atau daun biji dan endosperma.



Gambar 3. Buah kelor (*pod*) muda (kiri), buah kelor tua dan beberapa biji di dalamnya (tengah), dan biji kelor dengan sayapnya (kanan).

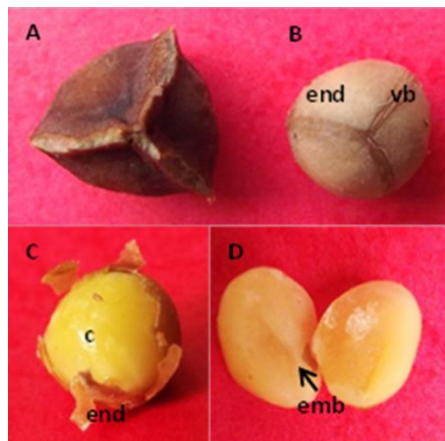


Gambar 4. Biji kelor tanpa sayap (kiri) yang terdiri dari kernel atau isi biji (tengah), dan kulit biji (kanan).

Embrio yang berada dalam biji dikelilingi oleh komponen berupa kotiledon dan endosperma yang merupakan persediaan (cadangan) makanan. Embrio dan persediaan makanan terbungkus oleh selaput biji. Bila keping biji (kotiledon) dibuka akan terlihat bahwa embrio melekat pada kotiledon. Di bawah titik pelekatan embrio dan kotiledon, terdapat sumbu embrionik yang disebut hipokotil. Di

bawah hipokotil, terdapat radikula yang merupakan bakal akar. Bagian sumbu embrionik di atas kotiledon adalah epikotil. Pada ujungnya terdapat bakal daun.

Setiap embrio di dalam bakal biji kelor terdiri atas akar lembaga, daun lembaga, dan batang lembaga. Akar lembaga (radikula), merupakan calon akar. Daun lembaga (kotile-don), merupakan daun pertama yang terbentuk dan tumbuh. Sedangkan batang lembaga, dibedakan menjadi ruas batang di atas daun lembaga dan ruas batang di bawah daun lembaga; atau sering juga disebut plumula.



Gambar 5. Biji Kelor. (A) Biji kelor tanpa sayap; (B) Biji yang dikupas, biji dengan kulit dalam dan *vascular bundle*; (C) bagian dalam biji (kernel); (D) keping kotiledon dan embrio. *Vascular bundle* (vb) ; kulit dalam, (*endotesta* = end); kotiledon (c); embrio (emb).

Pada Gambar 2.3. tampak bahwa biji kelor berbentuk bulat, dilindungi dengan kulit biji kecoklatan yang padanya terdapat tempat berkembangnya tiga sayap tipis berwarna putih (A). Bila biji kemudian dikupas, maka akan terlihat bagian dalam biji berupa kernel yang padanya tampak garis berupa *vascular bundle*. Kernel masih terbungkus oleh *endotesta* atau integumentum. Terlihat pula tiga garis *vascular bundle* yang merupakan berkas pembuluh di

bawah atau tempat duduknya sayap (B). Integumentum merupakan lapisan tipis berwarna putih krem, dan akan berlendir jika terkena air. Integumentum kemudian dikupas sebagian, dan tampak kotiledon di dalamnya (C). Kotiledon apabila kemudian dibelah, tampak sumbu embrio kecil terletak di rongga kecil antara dua kotiledon di dekat daerah mikropilar (D).

### **C. Aspek Agronomi**

Secara agronomis, benih adalah merupakan biji tanaman yang dipergunakan untuk keperluan berusaha tani (bahan tanam), yang memiliki fungsi agronomis atau merupakan komponen agronomi. Oleh karena itu, maka benih merupakan komponen yang berperan sangat penting dalam konsep agronomi dan dalam berusaha tani. Setelah benih-benih tersebut ditanam pada lapang produksi, maka benih tersebut harus tumbuh. Untuk tumbuh, benih mula-mula akan melalui proses yang dikenal sebagai berkecambah. Perkecambahan merupakan suatu proses fisiologis dimana radikula (akar embrio) memanjang keluar menembus kulit biji. Perkecambahan benih menurut pengujian ISTA ialah muncul dan berkembangnya kecambah hingga mencapai stadia yang mana bagian dari struktur-struktur pentingnya menunjukkan kemampuan apakah kecambah tersebut nantinya dapat berkembang lebih lanjut menjadi tanaman yang tumbuh normal dalam kondisi pertanaman yang optimum di lapangan.

Terkait dengan perkecambahan biji kelor, tipe perkecambahannya adalah hypogeal. Tipe perkecambahan hypogeal adalah fenomena munculnya radikula diikuti dengan pemanjangannya, namun struktur hipokotil tidak memanjang ke atas permukaan tanah, sedangkan kotiledon tetap berada di dalam kulit biji di bawah permukaan tanah. Gambar 2.4. mengilustrasikan proses perkecambahan biji kelor. Biji tanpa kulit (*shell*) lebih cepat berkecambah, namun jumlah biji yang berhasil membentuk semai sehat



lebih sedikit. Hal ini dikarenakan biji tanpa kulit mudah terinfeksi mikroorganisme patogen.

Secara agronomis, perkecambahan biji bergantung pada imbibisi. Imbibisi merupakan penyerapan air oleh biji yang kemudian menyebabkan biji tersebut mengembang. Mengembangnya bagian-bagian biji tersebut kemudian mengakibatkan pecahnya kulit biji, yang kemudian memicu perubahan metabolisme pada embrio yang menyebabkan biji tersebut melanjutkan pertumbuhannya. Proses selanjutnya, cadangan makanan tersimpan pada endosperma dipindahkan (dimobilisasi) ke kotiledon dan juga ke bagian embrio yang sedang aktif tumbuh.



Gambar 6. Perkecambahan biji kelor berkulit luar-*shell* (kiri), dan biji tidak berkulit-*shell* (kanan).

Perkecambahan merupakan proses awal dari suatu pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelor. Hasil suatu perkecambahan biji kelor ini adalah tumbuhan yang masih kecil dan belum lama tumbuh dan berkembang dari biji serta masih hidup bergantung pada persediaan makanan yang terdapat di dalam biji dinamakan kecambah, dan bila berhasil terus tumbuh akan menghasilkan semai, dan kemudian akhirnya bibit.

Kecambah normal dari biji kelor adalah kecambah yang menunjukkan kemampuan untuk berkembang menjadi tanaman normal jika ditanam pada kondisi lingkungan (tanah, kelembaban, suhu, dan cahaya) yang sesuai. Kecambah normal dari biji kelor bercirikan kecambahnya

tumbuh sempurna. Dikatakan tumbuh sempurna bilamana semua struktur pokoknya terbentuk dan berkembang dengan baik, lengkap, seimbang (proporsional), dan sehat.

Selama proses perkecambahan hingga terbentuknya semai kelor, terdapat perubahan-perubahan dalam persediaan bahan (cadangan) makanan. Adanya sedikit perubahan dalam berat kering dari satu tahapan ke tahapan lainnya dalam proses perkecambahan menandakan bahwa terdapat adanya perombakan cadangan bahan makanan yang tersimpan dalam endosperma biji kelor. Hilangnya berat kering selama proses perkecambahan pada biji berlemak seperti biji kelor dikarenakan hilangnya sebagian lemak (minyak) dan pati karena dirombak untuk membentuk karbohidrat terlarut seperti glukosa sebagai sumber energi dalam perkecambahan tersebut.

Jadi, pada sudut pandang agronomi, biji adalah calon benih yang harus mampu menghasilkan tanaman yang memberikan hasil maksimal dengan sarana teknologi budidaya yang optimal. Oleh karena itu biji terpilih sebagai benih harus pula bermutu baik dan benar (teridentifikasi jenisnya). Benih yang dihasilkan nantinya harus berkualitas baik yaitu memiliki kemampuan memperlihatkan berbagai aspek agronomi seperti persentase perkecambahan yang tinggi, persentase biji jenis lain (asing) yang rendah, kekuatan tumbuh yang tinggi, bebas dari hama dan penyakit, dan kotoran lainnya yang mengurangi kualitasnya.

# BENIH

## **Tujuan Bab**

Penyajian Bab ini dengan tujuan agar para pembaca mengerti apa yang dimaksud dengan benih dan sekaligus memahami arti penting benih, tinjauan aspek biologi benih dan aspek agronomisnya. Para pembaca juga diharapkan mengetahui perkembangan perbenihan tanaman kelor di Indonesia.

## **Isi Bab**

Bab ini berisikan penjelasan mengenai sub-pokok bahasan sebagai berikut:

- Pengertian dan Arti Penting Benih
- Aspek Biologi Benih
- Aspek Agronomi Benih
- Perkembangan dan Kepentingan Perbenihan Kelor

Besaran perolehan hasil atau tingkat produksi dari suatu usaha pertanian dan perkebunan merupakan fungsi dari faktor alam atau lingkungan, tanah, tanaman, dan manusia yang saling berinteraksi. Adapun yang dimaksud dengan faktor alam dalam hal ini adalah suhu, kelembaban, curah hujan, intensitas sinar matahari, dan lain sebagainya. Faktor tanah meliputi aspek kimia tanah, biologi tanah, ataupun aspek fisika tanah. Sedangkan faktor manusia yang dimaksud adalah keterlibatan manusia dalam tindakan agronomi, mengelola sistem produksi, dan mengelola aspek panen dan pasca-panen. Faktor tanaman sendiri ditentukan oleh sifat benih-nya, baik yang menyangkut sifat genetis, sifat fisik, dan sifat fisiologisnya. Benih merupakan awal dari budidaya tanaman tahunan dan menjadi salah satu unsur teknologi yang memberikan kontribusi cukup penting dalam peningkatan produktivitas tanaman.

#### **A. Pengertian dan Arti Penting Benih**

Tidak dapat dipungkiri bahwa benih merupakan faktor penting pada suatu usaha pertanaman karena benih merupakan awal kehidupan dari tanaman yang bersangkutan. Benih merupakan awal kehidupan dari suatu kegiatan budidaya tanaman. Dengan adanya benih maka suatu tanaman dapat meneruskan kehidupan dan menurunkan sifat-sifat yang dimilikinya.

Benih diartikan sebagai biji tanaman yang sengaja diproduksi dengan teknik-teknik tertentu, sehingga memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan pertanaman (bahan perbanyakan) selanjutnya. Benih (= biji) merupakan suatu permulaan dari kehidupan suatu tanaman. Di dalam benih terdapat sumber kehidupan yaitu sebuah tanaman mini yang kemudian dikenal sebagai embrio, yang sangat menentukan keberlangsungan generasi berikutnya dari suatu jenis tanaman, sehingga keberadaan jenis tersebut dapat berkelanjutan bahkan lestari.

Benih merupakan alat perkembangbiakan tanaman yang utama. Oleh karena itu diperlukan upaya-upaya agar benih tersebut tetap memiliki kualitas yang baik sebagai sumber bahan perbanyakkan tanaman. Benih yang berkualitas dicirikan dengan kemampuannya menghasilkan tanaman yang produktif. Benih yang demikian itu dicirikan dengan beberapa sifat agronomis, yaitu jika disemai memberikan atau menghasilkan prosentase kecambah yang tinggi dan bila ditanam pada lahan yang bervariasi keadaannya dapat tumbuh baik, dan dengan tingkat keseragaman yang tinggi pada tanaman yang berhasil tumbuh seterusnya. Agar kondisi tersebut dapat dicapai, maka dalam mempersiapkan benih diperlukan penanganan yang benar dan tepat.

Seperti halnya dengan tanaman-tanaman perkebunan lainnya, mutu benih kelor juga sangat berpengaruh terhadap produksi tanaman kelor sebagai sumber alternatif bahan bakar minyak maupun sumber bahan pangan dan herbal sehat. Mutu benih yang baik dapat diketahui apabila benih memiliki viabilitas yang tinggi. Benih yang memiliki viabilitas tinggi dapat diperoleh dan kemudian diketahui melalui tingkat kemasakan buah. Benih yang berasal dari buah yang dipanen sebelum tingkat kemasakan fisiologisnya tercapai tidak memiliki viabilitas yang tinggi. Jika dipanen pada saat telah lewat masak, benih-benih yang diperoleh juga tidak memiliki viabilitas yang tinggi.

Sehubungan dengan begitu pentingnya arti benih pada usaha pertanian, maka perbenihan di Indonesia pada tahun 1905 mulai mendapat perhatian. Ketika itu pemerintah Hindia Belanda mendirikan Departemen Pertanian dengan tujuan untuk meningkatkan produksi tanaman rakyat dengan cara menyebarkan benih unggul khususnya padi. Kemudian untuk menunjang penyebaran benih maka didirikan kebun-kebun benih di berbagai tempat seperti kebun bibit kentang di Tosari, kebun benih padi di Karawang, kebun benih sayuran di Pacet dan kebun benih buah-buahan di Pasuruan. Setelah kemerdekaan Republik Indonesia, yaitu pada 1957, penyebaran benih unggul

dilakukan oleh jawatan pertanian rakyat. Kemudian pada 1960, penyebaran benih dilakukan oleh gabungan penangkar bibit. Pada saat itu, belum ada teknologi pengolahan, penyimpanan, pengujian, dan kualifikasi mutu benih. Selanjutnya pada 1969, dirintis proyek benih secara kontinyu oleh Direktorat Pengembangan Produksi Padi, Direktorat Jenderal Pertanian, Departemen Pertanian. Kemudian pada 1971, dibentuk Badan Benih Nasional yang tugas pokoknya adalah merencanakan dan merumuskan kebijaksanaan di bidang perbenihan.

Undang-undang RI Nomor 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Pertanian menjelaskan bahwa benih tanaman adalah tanaman atau bagiannya yang digunakan untuk memperbanyak dan/atau mengembangbiakkan tanaman, dan benih tanaman yaitu biji, bibit, stek, entres dan *planlet*. Kemudian pada Undang-undang RI No 29 Tahun 2000 tentang Perlindungan Varietas Tanaman dijelaskan, bahwa benih tanaman adalah tanaman dan/atau bagiannya yang digunakan untuk memperbanyak dan/atau mengembangbiakkan tanaman

Sehubungan dengan tanaman kelor adalah tanaman yang memiliki periode pertumbuhan tahunan, maka mutu benih memegang peranan sangat penting bagi usahatani tanaman bersangkutan. Sebagai tanaman tahunan, yang umumnya memiliki periode tanam hingga menghasilkan biji memerlukan waktu yang cukup lama (2-3 tahun setelah tanam), benih dapat diketahui bermutu atau tidak setelah tanaman tersebut menghasilkan, maka kerugian yang dirasakan tidak hanya materi tetapi juga waktu.

## **B. Aspek Biologi Benih**

Biji (*grain*) dan benih (*seed*) memiliki arti dan pengertian yang bermacam-macam, tergantung dari sudut pandang mana melihatnya. Meskipun biji dan benih memiliki jumlah, bentuk, ukuran, warna, bahan yang dikandungnya berbeda antara satu dengan lainnya, namun sesungguhnya secara alamiah merupakan suatu alat utama untuk mem-

pertahankan dan sekaligus menjamin kelangsungan hidup suatu spesies (tumbuhan) di alam.

Seperti telah dijelaskan pada bab terdahulu, bahwa secara biologis, biji dan benih tidak berbeda, keduanya berasal dari *zygote*, berasal dari *ovule*, dan mempunyai struktur yang sama. Perbedaan keduanya akan dapat diketahui pada fungsinya. Secara fungsional biji dengan benih memiliki pengertian yang berbeda. Biji adalah hasil tanaman yang digunakan untuk tujuan konsumsi atau diolah sebagai bahan baku industry pengolahan. Sedangkan benih adalah biji dari tanaman yang diproduksi dan diproses untuk tujuan dijadikan sebagai bahan perbanyak tanaman yang kemudian ditanam kembali. Berdasarkan pengertian tersebut maka benih memiliki fungsi agronomi atau merupakan komponen agronomi. Oleh karena itu, benih termasuk ke dalam ruang lingkup agronomi.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas maka benih merupakan faktor produksi yang penting untuk perbanyak suatu tanaman unggul. Pemilihan benih sebagai bahan perbanyak untuk digunakan sebagai salah satu sarana produksi merupakan suatu hal yang dapat dikatakan mudah dan murah. Hal ini dikarenakan bahwa dalam memproduksi dan mempersiapkan benih dapat dilakukan dengan mudah dengan biaya yang murah pula.

Benih juga sesuatu yang penting dalam kaitannya dengan bahan untuk proses atau program pemuliaan tanaman kelor. Penggunaan benih (biji) akan menghasilkan atau menyediakan variabilitas genetik turunannya secara alami, yang kemudian dapat diseleksi untuk mendapatkan jenis-jenis yang lebih superior dari tanaman induknya.

Benih juga dapat digunakan sebagai bahan untuk konservasi genetik beberapa tanaman kelor yang unik atau memiliki keunggulan spesifik yang dapat nantinya dijadikan sebagai tetua dalam program pemuliaan. Sehubungan dengan adanya eksplorasi biomasa (terutama daun) terhadap populasi alami atau populasi tegakan yang ada sekarang ini tanpa adanya tindakan agronomi peningkatan

pertumbuhan, maka tentunya akan dapat menyebabkan erosi genetik akibat rusak dan kemudian punahnya populasi tanaman kelor yang ada saat sekarang ini.

Benih (biji) kelor dapat pula dijadikan sebagai bahan penyimpan protein tertentu yang dikandungnya. Hal ini dikarenakan bahwa biji merupakan alat atau organ penyimpan protein dan senyawa lainnya, seperti minyak nabati.

Benih diproduksi dengan tujuan menyebarkan varietas unggul hasil pemuliaan untuk produksi komersial, mempertahankan identitas genetik (kebenaran, kemurnian, dan kemantapan) varietas unggul tersebut, dan menjaga dan memelihara produktivitas varietas unggul. Tujuan tersebut tentunya akan dicapai jika benih diperoleh dengan prosedur yang benar.

Tingkat kematangan buah kelor merupakan faktor penting diketahui untuk menentukan waktu panen yang tepat, karena waktu pemanenan sangat mempengaruhi vigor dan viabilitas benih. Kemasakan benih yang optimal dicapai saat bobot kering maksimum benih tercapai. Benih yang masak memiliki umur simpan yang panjang dibanding benih yang belum masak, selain itu viabilitas dan vigor benih yang sudah lewat masak lebih rendah dari benih yang masak. Benih yang dipanen pada saat mencapai masak fisiologis mempunyai daya berkecambah maksimum karena embrio sudah terbentuk sempurna, sedangkan benih yang dipanen setelah masak fisiologis akan memiliki daya berkecambah rendah karena telah mengalami deraan cuaca.

Jadi, suatu benih kelor mencapai puncak vigor pada saat benih masak, dan setelah itu vigor akan berkurang karena benih mengalami proses penuaan. Salah satu dari penyebab menurunnya vigor benih setelah masak fisiologis dikarenakan adanya deraan cuaca di lapang akibat keterlambatan panen.

Pada buah kelor, yang di dalamnya terdapat banyak biji, akan masak fisiologis pada saat buah sebagian besar berwarna coklat karena mengering. Pada saat ini vigor dan



viabilitas benih maksimum. Masak fisiologis buah kelor tercapai mulai umur 65-70 hari setelah antesis, yaitu pada saat kulit buah berwarna hijau gelap, dan sebagian telah mengering (berwarna coklat). Jika lewat masak atau seluruh bagian buah mengering apalagi telah pecah dan biji-bijinya berjatuh, maka benih yang berasal dari buah pada kondisi tersebut telah mengalami penurunan viabilitasnya.

### **C. Aspek Agronomi Benih**

Praktek budidaya tanaman untuk menghasilkan benih pada dasarnya sama dengan untuk tujuan produksi biji konsumsi. Namun demikian, pada budidaya untuk tujuan produksi benih murni tentunya memerlukan pemahaman dan perhatian khusus terhadap prinsip-prinsip genetis dan juga prinsip-prinsip agronomis.

Pada dasarnya, prinsip genetis dalam memproduksi benih adalah mengantarkan keunggulan suatu varietas yang sudah dirakit sedemikian rupa oleh pemulia tanaman, kepada petani atau pekebun yang sangat mengharapkan keunggulan tersebut untuk peningkatan produksi dan sekaligus peningkatan pendapatannya. Oleh karena itu, maka kejadian terhadap kemunduran varietas merupakan kejadian atau proses yang seharusnya dijaga agar tidak terjadi.

Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya kemunduran varietas meliputi:

1. Variasi dalam perkembangan,
2. Pencampuran secara mekanik,
3. Mutasi,
4. Persilangan alami,
5. Variasi-variasi genetis yang minor,
6. Pengaruh selektif serangan hama-penyakit, dan
7. Teknik yang digunakan dalam pemuliaan.

Oleh karena itu, kemurnian varietas sangat perlu menjadi perhatian. Kemurnian varietas dapat dijamin atau dijaga dengan cara isolasi (jarak dan waktu), pemusnahan tanaman menyimpang (*roguing*), dan sertifikasi.

Sedangkan yang termasuk dalam prinsip-prinsip agronomi dalam memproduksi benih suatu jenis tanaman adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan lokasi produksi benih,
2. Adaptasi varietas terhadap lingkungan produksi,
3. Sejarah pertanaman (pada lahan tersebut) sebelumnya,
4. Rotasi tanaman,
5. Aksesibilitas lokasi,
6. Kedalaman penanaman,
7. Penyerbukan,
8. Pengendalian gulma, hama dan penyakit,
9. Pemupukan,
10. Irigasi,
11. Pemanenan,
12. Pengeringan benih, dan
13. Penyimpanan.

Dalam pengembangan usahatani atau berkebun tanaman kelor, benih merupakan salah satu sarana untuk dapat menghasilkan produksi yang setinggi-tingginya. Sehubungan dengan benih adalah merupakan sarana produksi, maka benih harus bermutu tinggi (baik mutu fisiologis, mutu genetik, dan mutu fisik) dari jenis yang unggul. Sebagai komponen agronomi, benih lebih berorientasi kepada penerapan kaidah-kaidah ilmiah, sehingga lebih bersifat ilmu dan teknologi. Ilmu benih adalah merupakan suatu cabang dari biologi yang mempelajari tentang biji sebagai bahan tanam dengan segala aspek morfologi dan fisiologisnya.

Seperti telah dijelaskan bahwa benih memiliki fungsi agronomi dan merupakan komponen agronomi sehingga termasuk ke dalam bidang agronomi. Benih merupakan salah satu sarana untuk mendapatkan produksi (hasil)

yang setinggi-tingginya. Untuk mengetahui dan memahami masalah benih sebagai suatu ilmu dalam ruang lingkup agronomi diperlukan pengetahuan tentang aspek-aspek morfologis (variasi fisik benih, penyebaran benih), dan fisiologis benih (reproduksi, pembentukan dan perkembangan biji, perkecambahan, viabilitas, dormansi, vigor, dan kemunduran benih).

Benih sebagai salah satu komponen agronomi selalu dituntut tersedia dengan kondisi mutu yang baik. Mutu yang baik yang harus dipenuhi oleh suatu benih adalah mutu fisiologis (daya kecambah, vigor dan daya simpan yang tinggi), mutu genetik (kemurnian benih), dan mutu fisik (bersih dari kotoran), serta kesehatan benih (bebas hama-penyakit). Tuntutan beberapa macam mutu tersebut hanya dapat diperoleh jika suatu benih diproduksi dan diuji kualitasnya dengan cara-cara yang sesuai dengan standar dan ketentuan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, permasalahan dalam perbenihan tanaman kelor yang berhubungan dengan mutu benih terjadi pada saat proses produksi benih, processing benih, penyimpanan benih, dan pada proses dilakukannya pengujian mutu benih. Jika salah satu dari proses tersebut tidak berjalan sebagaimana mestinya, maka mutu benih yang diperoleh atau dihasilkan tidak sesuai dengan mutu yang diharapkan. Permasalahan yang dapat muncul tentunya adalah rendahnya daya kecambah, vigor dan daya simpan benih, rendahnya mutu genetik karena tercampur dengan varietas lain, serta rendahnya mutu fisik dan kesehatan benih.

Benih sebagai suatu sarana produksi yang selalu diharapkan tersedia tepat waktu, tepat jumlah, tepat jenis, dan tepat harga, sangat ditentukan oleh ketepatan dalam perencanaan jumlah dan jenis benih yang akan diproduksi, distribusinya, dan juga pemasarannya. Masalah-masalah yang sering terjadi dalam kegiatan perbenihan adalah ketersediaan benih yang kurang dari jumlah kebutuhan petani, waktu ketersediaan yang tidak sesuai dengan saat diperlukan, jenis benih yang tidak sesuai dengan yang

direncanakan untuk ditanam, dan seringnya harga yang tidak terjangkau oleh petani.

Benih yang digunakan untuk pertanaman saat ini akan menentukan mutu tegakan pohon atau tanaman kelor yang akan dihasilkan di masa mendatang. Dengan menggunakan benih berkualitas secara fisik, fisiologis, dan genetik yang baik merupakan cara yang sangat strategis untuk menghasilkan tegakan tanaman kelor yang berkualitas pula. Tiada tekanan tanaman tahunan (termasuk tanaman kelor) tanpa berasal dari benih dan kemudian bibit yang berkualitas baik atau unggul.

#### **D. Perkembangan dan Kepentingan Perbenihan Kelor**

Dalam budidaya tanaman jenis tahunan, seperti halnya tanaman kelor, sarana produksi yang paling utama adalah benih. Pemakaian benih bermutu mempunyai peranan yang sangat menentukan dalam usaha meningkatkan produksi dan mutu hasil tanaman kelor baik untuk tujuan produksi biomasa daun maupun produksi biji. Oleh karena itu untuk pengembangan tanaman kelor diperlukan benih bermutu (memenuhi persyaratan mutu) mengingat tanaman kelor termasuk jenis tanaman tahunan, maka apabila menggunakan benih tidak sesuai dengan persyaratan mutu dapat mengakibatkan kegagalan dan kerugian yang cukup besar dikemudian hari.

Berdasarkan UU Nomor 12 tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman dan PP Nomor 44 tahun 1995 tentang Perbenihan Tanaman yang kemudian telah dijabarkan lebih lanjut dalam Pedoman Sertifikasi dan Pengawasan Mutu Benih Tanaman Perkebunan, bahwa benih bina maupun benih non bina yang beredar harus sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan.

Merujuk pada perbenihan tanaman-tanaman perkebunan dan pohon hutan yang telah berkembang, maka terkait dengan pengembangan tanaman kelor, setidaknya perbenihan tanaman kelor yang juga merupakan tanaman tahunan dapat diklasifikasikan dalam beberapa klas benih

yang dapat direkomendasikan penggunaannya walaupun benih tersebut belum termasuk benih tersertifikasi. Terlebih-lebih bilamana pembudidayaan tanaman kelor yang diterapkan adalah budidaya intensif untuk menghasilkan biomasa daun, maka keberadaan atau ketersediaan benih bermutu tanaman kelor tentunya akan sangat diperlukan. Dalam budidaya intensif untuk menghasilkan biomasa daun, biasanya tanaman kelor ditanam secara rapat seperti halnya tanaman sayuran lainnya, dan dipelihara hingga 4-5 tahun, kemudian diulang penanamannya kembali. Hal ini tentu memerlukan benih.

Klas benih yang dimaksud adalah:

#### 1. Benih Bina

Merupakan benih hasil penelitian dengan tingkat produktivitas yang tinggi dan telah dilepas oleh kementerian pertanian.

#### 2. Benih Unggul:

Adalah benih hasil penelitian dengan tingkat produktivitas yang tinggi tetapi belum dilepas oleh kementerian pertanian.

Untuk menjamin mutu benih tanaman kelor, maka produksi benih harus melalui sertifikasi dan sebelum diedarkan diberi label. Berikut ini akan diuraikan tentang persyaratan mutu benih, sumber benih, penyediaan, dan peredaran benih tanaman kelor.

#### 1. Persyaratan mutu benih

- a. Kemurnian fisik tidak kurang dari 99 persen,
- b. Daya kecambah benih minimal 80 persen,
- c. Kadar air benih berkisar 7-9 persen, dan
- d. Bebas hama-penyakit.

#### 2. Sumber Benih

Sumber benih adalah kebun yang memproduksi benih, baik berupa kebun individu (perorangan), kebun peme-

rintah atau badan usaha yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri atau pejabat yang berwenang sebagai tegakan sumber benih. Sedangkan kebun induk adalah salah satu sumber benih yang menghasilkan benih berupa biji dan telah ditetapkan dengan Surat Keputusan Menteri Pertanian atau pejabat yang berwenang membidangi Perkebunan.

Sepengetahuan penulis, hingga pada saat ini belum tersedia atau belum ada tegakan sumber benih untuk tanaman kelor. Oleh karena itu, kondisi sekarang ini merupakan waktu yang tepat untuk pengembangan tegakan sumber benih untuk tanaman kelor ini. Beberapa pendekatan dengan memanfaatkan teknologi perbenihan tanaman perkebunan dan pohon hutan yang telah berkembang lebih dulu tentunya diperlukan dan disesuaikan dengan karakter biologi tanaman kelor bersangkutan.

Untuk menyediakan benih kelor sudah pasti diperlukan penyediaan atau membangun kebun induk yang harus memperhatikan beberapa hal seperti halnya bahan tanaman yang bermutu tinggi, memiliki potensi produksi tinggi, tingkat keseragaman tinggi, dan pertumbuhan yang cepat serta tahan terhadap pemangkasan. Untuk membangun kebun sumber benih tanaman kelor, dijelaskan pada bab perbenihan kemudian.

Kemudian daripada itu, untuk menjamin mutu benih kelor, maka beberapa ketentuan peredaran benih kelor adalah bahwa benih yang akan diedarkan terlebih dahulu disertifikasi dan diberi label, kemudian dikemas dan diberi label. Hal-hal tersebut diperlukan untuk menjamin asal-usul (paling tidak provenan) tanaman kelor bersangkutan dan jaminan kualitas. Seperti dikatakan bapak benih Indonesia, Samsu Sadjad, bahwa benih bukan merupakan objek pascapanen, dan karenanya benih merupakan komoditi pratanam yang prosedur produksinya harus dipersiapkan sejak benih sumber yang ditanam harus jelas identitas genetiknya, sampai menghasilkan benih bermutu.

# PERBENIHAN KELOR

## **Tujuan Bab**

Disajikannya Bab Perbenihan Kelor ini dengan tujuan agar para pembaca dapat mengetahui dan memahami cara menetapkan pohon sumber benih tanaman kelor.

## **Isi Bab**

Bab Perbenihan Kelor ini berisikan sub-pokok bahasan sebagai berikut:

- Kondisi dan Sumber Benih Kelor
- Sumber Benih dan Seleksi Pohon Sumber Benih

## **A. Kondisi dan Sumber Benih Kelor**

Sehubungan dengan semakin diminatinya produk tanaman kelor dalam berbagai bentuk, maka pada saat ini kegiatan pertanaman pohon kelor di lahan petani bahkan di halaman pekarangan baik di perkotaan maupun pedesaan semakin diminati. Namun pada sisi lain, ketersediaan benih kelor yang bermutu masih sangat langka. Benih yang digunakan sementara ini untuk pertanaman kelor masih seadanya atau berasal dari sumber benih asalan yang sudah pasti tidak bermutu. Padahal benih yang bermutu baik sangat diperlukan untuk memperbaiki pertanaman kelor agar kualitas pertumbuhan tanaman dapat diperoleh dengan pasti dan juga tanaman dapat tumbuh hingga umur yang relatif panjang, serta yang terpenting adalah tanaman memiliki kemampuan regenerasi yang baik setelah dilakukan pemangkasan untuk pemanenan daunnya.

Benih tanaman kelor yang bermutu baik saat ini masih sulit diperoleh disebabkan karena memang ketersediaannya masih sangat kurang. Belum ada tersedia perkebunan pohon kelor yang diperuntukan khusus sebagai sumber benih.

Beberapa permasalahan dalam perbenihan tanaman kelor sehingga penyediaan dan perolehan benih saat ini masih sulit adalah dikarenakan;

1. Tanaman kelor (terutama produk olahan berbasis tanaman kelor) baru mulai populer hanya beberapa tahun belakangan ini,
2. Dahulu, kepedulian masyarakat untuk menggunakan benih ataupun bibit (sumber bahan tanam) kelor yang bermutu masih sangat rendah. Petani atau penanam masih menggunakan bahan tanam apa saja yang tersedia tanpa memperhatikan mutunya.
3. Tegakan pohon sumber benih bermutu untuk memenuhi kebutuhan pertanaman kelor belum tersedia,
4. Tegakan yang digunakan sebagai sumber bahan perbanyakan lebih diutamakan sebagai sumber stek (per-



- banyak tanaman secara vegetatif), itupun tanpa memperhatikan karakter yang dimiliki.
5. Akibat dari pada itu, pohon-pohon yang ada, jika menghasilkan biji, maka biji tersebut berkualitas kurang baik untuk dapat dijadikan benih.
  6. Pada umumnya dan dapat dikatakan bahwa kegiatan pemuliaan pohon (tanaman kelor) di Indonesia belum mendapat perhatian.
  7. Sebagian besar benih-benih komoditi pertanian dan perkebunan maupun kehutanan yang beredar di masyarakat belum berlabel, sehingga masih banyak beredar benih pohon yang tidak diketahui asal-usulnya dan mutunya.
  8. Pedagang pengumpul benih yang melaksanakan jual beli benih termasuk juga untuk kasus tanaman kelor, belum dapat menangani benih dengan baik. Kemampuan teknis, agronomis, manajemen dan permodalan yang dimiliki sangat terbatas.

Terkait pengembangan pertanaman tanaman kelor, tentu dapat dilakukan dengan cara memperluas areal penanaman, namun demikian upaya meningkatkan produktivitas kebun rakyat atau hutan juga dapat dilakukan utamanya dengan penggunaan bibit unggul, sedangkan bibit unggul hanya dapat diperoleh melalui kegiatan pemuliaan pohon. Secara umum tujuan suatu program pemuliaan pohon adalah memuliakan secara progresif populasi dasar dan populasi pemuliaan, pembiakan material genetika yang telah dimuliakan untuk mengembangkan populasi produksi, menjaga keragaman dan ukuran populasi pada populasi dasar dan populasi pemuliaan.

Strategi pemuliaan tanaman kelor merupakan pendekatan kerangka ide, konsep atau filosofi pengelolaan pemuliaan genetika spesies pohon. Komponen penting dari strategi pemuliaan pohon adalah pemuliaan populasi melalui suatu kombinasi seleksi dan persilangan dan sistem yang efisien untuk perbanyak massal dari individu unggul melalui benih atau stek batang. Dari

sumber pustaka terkait pemuliaan pohon (tanaman tahunan) yang tersedia, beberapa strategi pemuliaan yang ada, yang paling tepat untuk diadopsi untuk tanaman kelor tentunya yang dipilih adalah strategi yang sederhana dengan biaya yang rendah.

Secara umum tujuan pemuliaan pohon (tanaman) kelor adalah untuk menghasilkan perbaikan genetika dalam arti peningkatan hasil, baik secara kualitas maupun kuantitas dari generasi ke generasi. Adapun tujuan pemuliaan jangka pendek tanaman kelor adalah:

1. Peningkatan produksi,
2. Peningkatan kualitas dalam hal kandungan nutrisi pada daun dan kandungan minyak pada biji, dan
3. Mengkonservasi sumber genetika pohon kelor.

Sedangkan tujuan jangka panjang pemuliaan tanaman kelor adalah untuk peningkatan produksi biomasa daun dan biji yang berkesinambungan dan menjaga keragaman genetika kelor.

Sejalan dengan pengembangan tanaman kelor yang sangat banyak kegunaannya, maka salah satu upaya yang ditempuh untuk meningkatkan kepedulian masyarakat agar selalu menggunakan benih yang bermutu dalam usaha taninya adalah penyebarluasan informasi yang berguna untuk memperbaiki kegiatan perolehan benih yang dilakukan petani maupun pihak-pihak yang sering melakukan pendampingan kepada petani.

Sehubungan dengan tanaman kelor merupakan tanaman tahunan yang sangat langka dijumpai hamparan tegakan terpelihara dengan baik secara luas, maka perbenihan tanaman kelor setidaknya meliputi berbagai kegiatan antara lain:

1. Diawali dengan pemilihan pohon sumber benih,
2. Pengumpulan benih,
3. Pembersihan benih,
4. Pengeringan benih, dan
5. Pengujian benih.

Seluruhan kegiatan tersebut merupakan suatu rangkaian yang dapat secara langsung mempengaruhi keberhasilan pertanaman tanaman kelor yang akan dilakukan, baik sebagai penghasil sumber pangan dan herbal sehat maupun sebagai penghasil sumber alternatif bahan bakar minyak.

## **B. Sumber Benih dan Seleksi Pohon Sumber Benih**

Sebelum menjelaskan bagaimana mempersiapkan sumber dan seleksi pohon sumber benih, penulis ini menjelaskan terkait dengan pertanyaan yang sering diungkapkan perihal persiapan benih. Mengapa benih harus dipersiapkan? Sehubungan dengan perbenihan kelor, maka mempersiapkannya sangat penting, yaitu:

1. Pertumbuhan dan penampilan fisik pohon kelor yang ada di lapangan saat ini dan kemudian penanaman berikutnya tentunya dipengaruhi oleh faktor keturunan dari induknya (faktor genetik) dan pengaruh lingkungan.
2. Tegakan kelor yang sehat, tumbuh cepat, dan menghasilkan biji maupun daun yang berkualitas dapat diperoleh dari benih yang induknya berkualitas (benih unggul).
3. Benih yang unggul akan menunjukkan pertumbuhan yang maksimal jika ditanam pada lahan yang sesuai bagi pertumbuhannya, dan sebaliknya benih unggul dapat menghasilkan pertumbuhan yang kurang baik jika ditanam pada lahan yang tidak sesuai.
4. Untuk mendapatkan bibit berkualitas yang sesuai dengan lahan petani, dan sesuai dengan waktu penanaman, maka pengadaan benih perlu direncanakan dan dilaksanakan dengan baik.

Sehubungan dengan pengadaan dan penyediaan benih unggul tanaman kelor dalam mendukung usaha pengembangan tanaman ini, maka beberapa istilah dan pengertian yang perlu dipahami dengan baik agar supaya usaha

perbenihan kelor berhasil baik. Berikut adalah istilah yang dimaksud.

### 1. Sumber benih

Pohon atau tanaman atau tegakan kelor yang digunakan sebagai sumber untuk pengumpulan benih disebut sebagai sumber benih. Bila pendekatan teori menggunakan perbenihan pohon hutan, maka berdasarkan mutu benih yang dihasilkan, sumber benih dapat dibagi menjadi empat kelas. Keempat sumber benih-benih tersebut, secara berurutan berdasarkan mutu benih yang akan dihasilkan (dari mutu yang terbaik sampai mutu yang terendah), adalah sebagai berikut:

- a. Kebun benih,
- b. Areal produksi benih,
- c. Tegakan benih, dan
- d. Pohon benih.

**Kebun Benih.** Kebun benih adalah tegakan yang ditanam khusus untuk produksi benih kelor. Kebun benih memiliki famili/jenis (paling tidak provenan) atau klon yang sudah teridentifikasi. Pertanaman dilakukan dengan jarak tanam dan rancangan pertanaman tertentu. Setiap periode tertentu dilakukan penjarangan selektif untuk membuang pohon-pohon yang kurang baik. Kebun benih perlu diberi jalur (jarak) isolasi untuk menghindari kemungkinan terjadinya penyerbukan dari pohon-pohon di luar kebun benih yang mutunya tidak baik.

Kebun benih yang baik memiliki sedikitnya 25 tegakan provenan (lebih banyak lebih baik). Kebun benih dapat berasal dari biji atau perbanyak vegetatif. Selain menghasilkan benih, kebun benih juga dapat menghasilkan bahan perbanyak vegetatif seperti stek batang.

**Areal Produksi Benih.** Areal produksi benih adalah tegakan pohon sumber benih yang telah ditingkatkan mutunya dengan penjarangan atau menebang pohon-pohon yang

tidak baik dan yang terserang hama-penyakit. Penjarangan dilakukan sehingga meninggalkan hanya pohon-pohon terbaik (kira-kira 100 pohon per hektar) dengan jarak tanam yang optimal untuk meningkatkan produksi benih. Pada Areal Produksi Benih dibuatkan jalur isolasi (semua pohon yang dapat kawin silang pada jarak 200 m dari tepi areal harus ditebang) untuk mengurangi resiko penyerbukan oleh serbuk sari yang berasal dari pohon berkarakter jelek di luar Areal Produksi Benih.

**Tegakan Benih.** Tegakan benih adalah sekumpulan pohon yang telah diidentifikasi pada areal atau kawasan per-tanaman atau tanaman dengan fenotip unggul untuk sifat-sifat penting tertentu (misalnya kanopi yang lebat, jumlah buah yang banyak, pohon tidak terlalu tinggi, dan tahan terhadap pemangkasan) dan digunakan untuk sumber benih. Tegakan cukup tua dan mampu memproduksi benih.

**Pohon Benih.** Melihat kondisi yang ada saat ini, dalam jangka pendek sulit untuk mendapatkan benih pohon dari hamparan sumber benih yang baik. Pada beberapa jenis pohon hutan saja, walaupun sumber benih bermutu sudah ada namun jumlahnya masih terbatas. Jika tidak dapat mengumpulkan benih dari kebun benih, Areal Produksi Benih, atau tegakan benih, maka benih dapat dikumpulkan dari pohon benih yang baik. Pohon dipilih dengan kriteria, sudah cukup dewasa untuk menghasilkan biji maupun biomasa daun, tumbuh subur dan tahan terhadap pemangkasan.

Untuk saat ini, pohon benih merupakan sumber benih tanaman kelor yang utama bagi petani-pekebun tanaman kelor. Pohon benih adalah pohon-pohon yang baik yang terdapat di hutan alam, hutan kebun di lahan pekarangan petani yang bijinya dapat dikumpulkan untuk kemudian diproses sebagai benih.

Jumlah pohon benih di lahan petani sangat sedikit (biasanya kurang dari 10 pohon). Pohon tersebut biasanya

ditanam sebagai pohon pelindung, batas lahan, ataupun untuk kepentingan konsumsi, dan jika berlebih atau ada peminat maka kemudian dijual. Umumnya asal usul bahan tanam baik jika benih atau bahan tanam lainnya seperti stek batang tidak jelas. Mutu benih yang dihasilkan sebenarnya kurang baik, akan tetapi hanya itulah sumber benih yang tersedia. Oleh sebab itu, pemilihan pohon benih harus dilakukan sebaik mungkin untuk mendapatkan bahan benih terbaik yang mungkin diperoleh untuk digunakan sebagai bahan pertanaman selanjutnya.

## 2. Seleksi Pohon Sumber Benih

Pemilihan atau seleksi pohon benih yang baik untuk tujuan meningkatkan mutu benih yang dihasilkan. Berikut ini disajikan beberapa pedoman pemilihan pohon benih tanaman kelor.

- a. Pilih pohon benih pada tegakan terbaik dan tumbuh lingkungan yang seragam. Penampilan pohon (fenotip) kelor ditentukan oleh sifat genetik (genotip) dan faktor lingkungan, atau dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$F = G + L$$

F = fenotip

G = genotip

L = lingkungan

Pohon kelor dapat tumbuh dengan baik jika mempunyai sifat genetik yang baik, tumbuh pada lingkungan yang baik, atau sifat genetik dan lingkungan sama-sama baik. Akan tetapi, yang diwariskan dari induk ke turunannya hanyalah sifat genetiknya saja, sedangkan faktor lingkungan tidak diturunkan. Oleh karena itu, maka pohon benih yang digunakan atau yang dipilih untuk pengumpulan bahan benih harus memiliki sifat genetik yang baik. Menjadi perhatian utama adalah bahwa harus

dihindari memilih pohon benih yang baik hanya karena mendapat atau tumbuh pada faktor lingkungan yang baik, tetapi bukan karena sifat genetiknya yang baik. Pemilihan pohon benih kelor sebaiknya dilakukan pada lingkungan tumbuh yang seragam. Pada lingkungan tumbuh yang seragam memungkinkan untuk memilih pohon dengan sifat genetik yang baik. Pada lingkungan yang demikian itu, sudah pasti pohon kelor yang tumbuh baik memang disebabkan oleh sifat genetik yang baik, karena semua pohon lainnya tumbuh pada lingkungan yang seragam. Pada lingkungan yang tidak seragam sulit untuk memilih pohon kelor yang mempunyai sifat genetik baik karena pengaruh faktor lingkungan terlalu besar. Faktor-faktor lingkungan tersebut yang mempengaruhi baik tidaknya tanaman kelor tumbuh dan berkembang adalah pengaruh angin, pengaruh naungan, dan pengaruh genangan atau drainase yang jelek.

- b. Pilihlah pohon terbaik dari tegakan tersebut dengan membandingkan dengan pohon yang ada di sekitarnya. Untuk pemilihan pohon benih kelor, pilihlah pohon yang lebat bercabangnya dengan pertumbuhan daun yang subur, tahan pemangkasan, dan juga banyak menghasilkan buah (biji). Jangan memilih pohon yang tidak sehat, batang terlalu pendek ataupun terlalu tinggi, bengkok, percabangan sedikit, dan potensi tumbuh kembali (regenerasi pertunasan) setelah pemangkasan yang baik.
- c. Jangan memilih pohon kelor yang terasing (tidak ada pohon sejenis yang tumbuh dekat dengannya). Pohon dikatakan terasing bila tidak ada pohon kelor lainnya pada radius 100 m. Bila pohon terasing dipilih, maka benih yang dikumpulkan merupakan hasil peyerbukan sendiri. Benih seperti ini tidak baik karena keturunan yang dihasilkan akan mengalami kemerosotan daya tumbuh.

Kriteria pohon sumber benih untuk tanaman kelor tentunya harus disesuaikan dengan tujuan penanaman (pengembangan). Pada dasarnya tujuan utama menanam kelor adalah untuk memproduksi biomasa daun sebagai sumber bahan pangan sehat maupun herbal atau untuk memproduksi buah atau biji sebagai bahan herbal, kecantikan, dan pangan sehat pula serta juga sumber minyak.

- a. Tanaman kelor untuk penghasil sumber bahan pangan sehat, obat (herbal), dan juga pakan ternak, tentunya memiliki karakter,
  - 1) Pertumbuhan cepat,
  - 2) Produksi daun tinggi,
  - 3) Daun mengandung cukup banyak unsur gizi,
  - 4) Daya pangkas tinggi,
  - 5) Mudah diperbanyak secara vegetative,
  - 6) Bebas hama-penyakit,
  - 7) Pendek,
  - 8) Tahan kering, dan
  - 9) Cukup tua.
  
- b. Tanaman kelor untuk penghasil buah (sebagai bahan sayuran) ataupun biji (sebagai sumber minyak untuk bahan obat, kosmetik, maupun bahan bakar minyak) setidaknya memiliki karakter,
  - 1) Pertumbuhan baik,
  - 2) Buah lebat, manis, dan besar,
  - 3) Buah tidak mudah pecah disaat kering,
  - 4) Kadar minyak dalam biji tinggi,
  - 5) Bebas hama-penyakit,
  - 6) Percabangan pendek sehingga mudah dipanjat, dan
  - 7) Cukup tua.

Untuk menjaga keragaman genetik benih yang dihasilkan, pohon benih kelor sebaiknya cukup banyak jumlahnya (sebaiknya lebih dari 30 pohon). Jumlah pohon



benih yang banyak sangat penting untuk mempertahankan keragaman genetik benih yang dikumpulkan.

Pohon kelor umumnya bersifat menyerbuk bebas (silang). Adanya keragaman genetik yang tinggi akan menjamin tanaman terhindar dari kemerosotan pertumbuhan akibat penyerbukan sendiri pada generasi selanjutnya dan akan menjamin daya adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan dimana biji akan ditanam.

Jika pohon benih yang terdapat pada lahan petani jumlahnya sangat terbatas, atau kurang dari 10 pohon. Maka diperlukan kelompok pohon benih lain berikutnya. Adanya beberapa kelompok akan dapat meningkatkan keragaman genetik benih yang dihasilkan. Benih yang dikumpulkan petani dikumpulkan dan dicampur (*bulk*).

Hal yang perlu mendapat perhatian lainnya adalah jarak isolasi. Pertimbangan jarak isolasi untuk pemilihan pohon benih sangat penting. Sebaiknya jarak antara pohon yang dipilih sebagai sumber benih melebihi (lebih lebar) jarak penyebaran benih. Pohon yang berada dalam jangkauan penyebaran benih, kemungkinan besar merupakan pohon yang berkerabat (berasal dari induk yang sama). Perkawinan antar pohon yang berkerabat menyebabkan pengaruh yang negatif. Jarak antar pohon yang cukup jauh (lebih dari 50 m) akan menjamin bahwa pohon benih tidak berkerabat.

Beberapa hal yang perlu diketahui dalam pemilihan pohon benih yang harus disadari bahwa benih yang dikumpulkan dari pohon benih pada hutan alam, kebun rakyat, maupun tegakan di lahan/pekarangan petani, hanya sifat induk betinanya yang diketahui, sedangkan sifat induk jantannya tidak diketahui, sehingga sifat tanaman dari benih yang dikumpulkan belum bisa dipastikan. Pohon sejenis di sekitar pohon benih yang dipilih sebagai sumber benih sangat menentukan mutu benih yang dikumpulkan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan benih yang lebih baik, pemilihan pohon benih harus dilakukan pada tegakan yang baik. Pada tegakan yang baik, sebagian besar pohon yang ada adalah pohon yang baik. Dengan

demikian besar kemungkinan untuk mendapatkan benih yang baik. Pohon benih akan mendapat serbuk sari dari pohon yang baik, sudah pasti keturunan yang dihasilkan sebagian besar akan baik. Meskipun pohon benih mendapat serbuk dari pohon yang kurang baik, keturunan dari benih yang dikumpulkan masih cukup baik. Sebaliknya, bila pohon benih dipilih pada tegakan sembarang, maka pohon benih dan pohon jantan di sekitarnya tidak baik. Benih yang dikumpulkan merupakan hasil perkawinan antara sesama pohon yang tidak baik, sehingga keturunan yang dihasilkan sudah pasti akan tidak baik.

# **PENANGANAN BENIH**

## **Tujuan Bab**

Bab ini disajikan dengan tujuan agar para pembaca dapat mengetahui dan memahami pengertian viabilitas dan kemunduran benih dan sekaligus pengendalian kemunduran benih serta cara penanganan benih kelor yang meliputi pemanenan (kematangan dan posisi biji) dan penyimpanan.

## **Isi Bab**

Bab ini berisikan sub-pokok bahasan sebagai berikut:

- Viabilitas dan Kemunduran Benih
- Pengendalian Kemunduran Benih
- Pemanenan dan Kematangan Benih
- Posisi Biji dalam Buah
- Penyimpanan

## **A. Viabilitas dan Kemunduran Benih**

Viabilitas suatu benih diartikan sebagai suatu kemampuan benih untuk berkecambah pada keadaan lingkungan yang optimum. Viabilitas mencerminkan kekuatan tumbuh dan daya simpan dari benih. Sementara itu, vigor benih ada dua macam, yaitu vigor genetik dan vigor fisiologi. Vigor genetik adalah vigor benih dari galur genetik yang berbeda, sedangkan vigor fisiologi adalah vigor yang dibedakan dalam galur genetik yang sama. Vigor benih dicerminkan oleh dua informasi tentang viabilitas, yaitu kekuatan tumbuh dan daya simpan benih. Kedua nilai aspek fisiologi ini menempatkan benih pada kemungkinan kemampuannya untuk tumbuh menjadi tanaman normal meskipun keadaan biofisik lapangan produksi dalam kondisi sub-optimum atau setelah benih melampaui suatu periode simpan yang lama.

Pada prinsipnya vigor benih harus relevan dengan tingkat produksi, artinya dari suatu benih yang memiliki vigor tinggi akan dapat dicapai tingkat produksi (hasil) yang tinggi pula. Vigor benih yang tinggi dicirikan antara lain oleh benih tahan disimpan lama, tahan terhadap serangan mikroorganisme, berkecambah cepat dan merata tumbuhnya, mampu menghasilkan tanaman dewasa yang normal, dan berproduksi baik dalam keadaan lingkungan tumbuh yang sub-optimal.

Kemunduran benih merupakan proses penurunan mutu benih secara berangsur-angsur dan kumulatif serta tidak dapat balik (kembali berkondisi baik) akibat perubahan fisiologis di dalam benih yang disebabkan oleh faktor dalam. Kemunduran benih dapat menimbulkan perubahan secara menyeluruh di dalam benih dan berakibat pada berkurangnya viabilitas benih atau penurunan daya kecambah.

Proses penuaan atau mundurnya vigor benih tanaman kelor secara fisiologis ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah yang tumbuh abnormal, penurunan pemunculan (tumbuh) kecambah di

lapangan, terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman, meningkatnya kepekaan terhadap lingkungan ekstrim yang akhirnya dapat menurunkan produksi tanaman. Kemunduran benih adalah mundurnya mutu fisiologis benih yang dapat menimbulkan perubahan menyeluruh di dalam benih, baik fisik, fisiologi maupun kimiawi yang mengakibatkan menurunnya viabilitas benih. Kemunduran benih berhubungan erat dengan peristiwa deteriorasi (perusakan) yang kecepatannya menggambarkan seberapa besar penyimpangan terjadi terhadap keadaan optimum untuk mencapai maksimum. Laju perusakan tersebut dipengaruhi oleh dua kejadian, yaitu yang bersifat genetik dari benih dan yang diakibatkan oleh deraan lingkungan.

Kemunduran benih yang dikarenakan sifat genetik biasa disebut proses deteriorasi (perusakan) yang kronologis artinya, meskipun benih ditangani dengan baik dan faktor lingkungannya juga mendukung namun proses perusakan ini akan tetap berlangsung dan tidak dapat dihindari. Sedangkan perusakan akibat lingkungan, prosesnya disebut sebagai proses deteriorasi fisiologis. Proses ini terjadi karena adanya faktor lingkungan yang tidak sesuai dengan persyaratan penyimpanan benih, atau terjadi penyimpangan selama proses pembentukan dan prosesing benih.

Sehubungan dengan biji kelor merupakan biji dengan cadangan makanan tersimpannya berupa lemak (minyak) dan protein, maka terkait dengan penyimpanan dan kemunduran benih ini terkait pula dengan kandungan minyak dan protein biji tersebut. Perkecambahan benih bergantung pada kandungan minyak dalam biji yang keberadaannya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan penyimpanan.

Tahap pertama katabolisme cadangan makanan berupa lemak adalah reaksi hidrolisis dengan bantuan enzim *lipase* untuk memutuskan rantai ester dengan menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Gliserol ini larut dalam air dan dapat diangkut serta digunakan langsung ke

dalam siklus respirasi. Asam lemak kemudian dirombak melalui proses  $\beta$ -oksidase menghasilkan asetil koenzim-A yang akan masuk ke dalam siklus Krebs. Enzim *lipase* sudah ada pada benih kering atau dibentuk pada awal perkecambahan.

Sekilas apa yang terjadi pada proses awal perkecambahan biji berlemak seperti halnya juga pada benih kelor. Perombakan cadangan lemak dalam biji melibatkan berbagai proses pada empat tempat yang berbeda, yaitu “*oil body*”, glioksisom, mitokondria, dan sitoplasma. Keempat organel ini menjalankan proses yang berbeda-beda, yaitu: 1) lipolisis untuk menghasilkan asam lemak dan gliserol, 2) oksidasi asam lemak melalui proses  $\beta$ -oksidasi menghasilkan asetil koenzim-A, 3) asetil koenzim-A digunakan dalam proses glioksilat untuk menghasilkan asam suksinat, dan 4) proses oksidasi asam suksinat menjadi asam oksaloasetat terjadi pada mitokondria. Oksaloasetat diproses lebih lanjut dalam sitoplasma untuk menghasilkan sukrosa yang ditranslokasikan ke embrio untuk perkembangan kecambah dan biosintesis.

Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih kelor selama penyimpanan dikelompokkan menjadi faktor internal (dalam) dan faktor eksternal (luar). Faktor internal mencakup sifat genetik, daya tumbuh, vigor, kondisi kulit, dan kadar air benih awal. Sedangkan faktor eksternal antara lain kemasan benih atau wadah simpan benih, komposisi gas, suhu, dan kelembaban ruang simpan.

Faktor internal benih mencakup kondisi fisik dan keadaan fisiologisnya. Benih yang retak, luka, dan tergores akan lebih cepat mengalami kemunduran. Faktor pemicu selama perkembangan benih di lapangan mempengaruhi keadaan fisiologinya, seperti halnya jika tanaman sumber benih mengalami kekurangan mineral seperti N, K, Ca, dan air, serta suhu yang ekstrim di lapangan.

Kelembaban nisbi udara dan suhu juga berpengaruh nyata terhadap kemampuan tumbuh benih atau kemunduran benih. Kelembaban nisbi mempengaruhi kadar air

benih, dan kadar air benih mempengaruhi respirasi benih. Sementara itu kelembaban nisbi udara lingkungan dipengaruhi oleh kondisi suhu lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap penurunan kadar air sebesar 1% dan setiap penurunan suhu ruang simpan sebesar 5° C akan memperpanjang umur simpan benih dua kali lipat.

Terkait dengan kadar air benih, bahwa dalam penyimpanan benih makin kompleks permasalahannya sejalan dengan meningkatnya kadar air benih awal (sebelum disimpan). Penyimpanan benih yang berkadar air tinggi dapat menimbulkan resiko terserang cendawan.

Benih kita ketahui merupakan benda hidup bersifat higroskopis, sehingga benih akan mengalami kemundurannya tergantung dari tingginya faktor-faktor kelembaban relatif udara dan suhu lingkungan benih disimpan. Kadar air yang tinggi akan mempermudah serangan mikroba baik pada saat masih di lapang produksi maupun di tempat penyimpanan.

Kerusakan mekanik (akibat panen dan pengolahan) terutama pada bagian embrio maupun pada bagian non embrio dapat meningkatkan serangan mikroba. Selain itu, luka mekanik akan menyebabkan respirasi meningkat dan hilangnya air dalam benih dipercepat.

Tingkat kemasakan benih secara langsung akan mempengaruhi kualitas benih. Kualitas benih terbaik dicapai pada saat benih telah mencapai masak fisiologis. Benih yang kurang masak, potensi kualitasnya rendah, sedangkan benih yang lewat masak, potensi kualitas sudah mulai turun oleh deraan cuaca di lapangan.

Benih yang mengalami proses deteriorasi (perusakan) akan menyebabkan turunnya kualitas dan sifat benih jika dibandingkan pada saat benih tersebut mencapai masak fisiologinya. Turunnya kualitas benih dapat mengakibatkan viabilitas dan vigor benih menjadi rendah yang pada akhirnya akan mengakibatkan tanaman yang dihasilkan menjadi buruk. Pada akhirnya hasil (produk) yang diperoleh rendah.

Proses perusakan benih merupakan proses yang tidak dapat dihindari. Akan selalu terjadi pada semua benih, yang berbeda hanyalah laju atau kecepatan perusakannya.

Benih yang telah mengalami perusakan (deteriorasi) tidak akan kembali ke kondisi semula, meskipun dengan memberikan perlakuan tertentu pada benih tersebut. Laju deteriorasi spesies yang satu dengan yang lain berbeda dan demikian pula halnya dengan varietas yang berbeda walaupun masih dalam satu spesies. Bahkan terjadi perbedaan pula di antara lot benih yang berbeda walaupun varietas sama.

Proses perusakan pada saat benih yang dipanen setelah mencapai masak fisiologis sangat rendah lajunya. Sedangkan bila benih berasal dari biji-biji yang dipanen masih muda atau lewat masak proses perusakannya akan lebih cepat walaupun lingkungan simpannya sama dengan benih yang berasal dari biji yang dipanen saat masak fisiologis.

Benih yang telah mengalami perusakan (deteriorasi) jika dikecambahkan maka laju perkecambahannya rendah, yang berarti benih membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berkecambah. Kecambah dari benih yang telah mengalami deteriorasi seringkali tidak dapat muncul ke permukaan tanah karena kecambah tersebut kekurangan energi untuk tumbuh terus ke permukaan lahan. Hal inilah sering menyebabkan adanya perbedaan nilai persentase viabilitas benih dalam pengujian di laboratorium dengan kenyataan benih yang dapat tumbuh terus di lapang.

Kecambah atau semai dari benih yang telah mengalami deteriorasi memiliki daya tahan yang rendah terhadap penyimpangan kondisi lingkungan optimalnya. Jika kita mengecambahkan benih yang telah mengalami deteriorasi maka persentase kecambah abnormal akan meningkat yang kemudian menyebabkan persentase viabilitas benih menjadi rendah.



## **B. Pengendalian Kemunduran Benih**

Terjadinya kemunduran benih merupakan salah satu faktor penyebab menurunnya produktivitas suatu tanaman sehingga hal ini harus dihindari. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan memberikan perlakuan pada benih yang memperlihatkan gejala kemunduran, dapat memperbaiki kondisi benih.

Diketahui bahwa lama penyimpanan benih dapat mempengaruhi viabilitas benih. Penurunan viabilitas benih berbanding lurus dengan penambahan lama atau waktu penyimpanan. Selama dalam penyimpanan memungkinkan pemasakan embrio dan akumulasi makanan lebih lanjut sebelum benih dikecambahkan. Selain itu, benih yang telah berespirasi aktif selama periode simpan akan kehabisan energi untuk tumbuh pada saat perkecambahan benih.

Interaksi suhu ruang penyimpanan dan lama waktu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh dan kadar air benih sebagai besar benih. Benih yang disimpan pada ruang berfasilitas-AC (*Air Conditioner*) memiliki daya kecambah dan kecepatan tumbuh yang lebih tinggi dibandingkan benih yang disimpan pada suhu kamar pada semua periode simpan. Periode simpan merupakan waktu penyimpanan benih sebelum benih tersebut dibudidayakan kembali. Periode simpan dapat pula disebut sebagai masa dimana benih dipertahankan kondisinya baik mutu fisik maupun mutu fisiologisnya sebelum ditanam di musim tanam selanjutnya. Periode simpan benih ini sering mempengaruhi mutu fisiologis benih, hal ini karena benih itu sendiri mengalami kemunduran benih secara alami atau yang sering disebut dengan deteriorasi, dan deteriorasi benih ini tidak dapat dihentikan oleh siapapun dan dengan perlakuan apapun. Sehingga benih tidak dapat ditingkatkan mutu fisiologisnya, tetapi hanya dapat dipertahankan dengan teknik penyimpanan benih yang tepat.

Kemunduran benih dapat dikendalikan dengan cara "invigorasi" melalui proses hidrasi-dehidrasi. Invigorasi diartikan sebagai proses bertambahnya vigor benih. Dengan

demikian perlakuan invigorasi adalah peningkatan vigor benih dengan memberikan perlakuan pada benih. Telah diketahui bahwa perlakuan pada benih adalah untuk memobilisasi sumber-sumber energi yang ada dalam benih untuk bekerja sama dengan sumber-sumber energi yang ada di luar atau di lingkungan tumbuh untuk menghasilkan pertanaman dan hasil yang maksimal.

Perlakuan benih yang telah dikenal antara lain *presoaking* dan *conditioning*. *Presoaking* diartikan sebagai perlakuan merendam benih dalam sejumlah air pada suhu rendah sampai sedang. Sedangkan *conditioning* adalah peningkatan mutu fisiologi dan biokimia (kecepatan berkecambah dan daya perkecambahan, perbaikan dan peningkatan potensial perkecambahan) dalam benih oleh media imbibisi potensial air (larutan) yang rendah dengan mengatur hidrasi dan penghentian perkecambahan. Benih menyerap air sampai potensial air dalam benih dan media pengimibisi sama (dicapai keseimbangan potensial air).

*Presoaking* dalam periode singkat menghasilkan efek yang cukup baik terhadap peningkatan perkecambahan dan pertumbuhan kecambah. Perlakuan *presoaking* berpengaruh baik pada benih-benih yang bervigor sedang. Jadi, perlakuan *presoaking* atau *conditioning* secara nyata efektif meningkatkan viabilitas dan vigor benih sebelum penyimpanan, dapat meningkatkan daya berkecambah potensi tumbuh, keserempakan tumbuh, dan bobot kering kecambah normal.

Penyediaan dan distribusi benih untuk musim tanam berikutnya, mengharuskan terjadinya proses penyimpanan benih. Apabila penyimpanan tidak ditangani dengan baik, maka benih akan mudah mengalami kemunduran sehingga mutunya menjadi rendah.

Benih yang dipanen lewat masak fisiologis biasanya sudah mulai mengalami penurunan mutu. Untuk mengatasi permasalahan terjadinya kemunduran mutu benih baik yang diakibatkan oleh faktor penyimpanan maupun diakibatkan oleh faktor kesalahan dalam penanganan benih, salah satunya dapat dilakukan dengan melakukan

teknik invigorasi (perlakuan fisik atau kimia untuk meningkatkan atau memperbaiki vigor benih). Perlakuan ini sudah banyak dilakukan pada beberapa tanaman seperti tanaman padi dan kedelai. Pada benih jambu mete perlakuan invigorasi dapat meningkatkan daya berkecambah, kecepatan tumbuh dan berat kering benih.

Untuk mengatasi permasalahan terjadinya kemunduran mutu suatu benih baik yang diakibatkan oleh faktor penyimpanan maupun diakibatkan oleh faktor kesalahan dalam penanganan benih, dapat dilakukan dengan perlakuan “invigorasi”. Invigorasi diartikan sebagai suatu perlakuan fisik atau kimia yang dikenakan kepada benih untuk meningkatkan atau memperbaiki vigor benih yang telah mengalami kemunduran mutu.

Kemunduran viabilitas suatu benih selama periode penyimpanan dapat diperlambat dengan memperhatikan beberapa faktor terkait penyimpanan. Faktor-faktor tersebut adalah kadar air benih pada saat penyimpanan, kelembaban relatif udara ruang penyimpanan, suhu ruang penyimpanan, komposisi gas di sekitar ruang penyimpanan, dan pengendalian mikroorganisme di ruang penyimpanan.

Vigor benih sesaat akan dilakukan penyimpanan (dikatakan sebagai vigor awal) merupakan faktor penting yang mempengaruhi kemunduran benih. Biasanya vigor benih di awal penyimpanan tersebut akan beragam karena adanya perbedaan lingkungan hidup tanaman induk, proses dan waktu panen, dan proses pengolahan benih. Tindakan agronomis atau pemeliharaan tanaman seperti pemupukan dapat meningkatkan vigor tanaman dalam tumbuh dan berkembang, selanjutnya diharapkan adanya kandungan cadangan makanan pada benih yang dihasilkan akan lebih baik sehingga benih tersebut dapat lebih vigor. Cara memanen, umur panen, saat panen, dan pengolahan (prosesing) benih juga akan berpengaruh terhadap vigor benih yang dihasilkan. Hal tersebut berkaitan erat dengan tingkat kematangan benih, kebersihan fisik, dan kerusakan yang terjadi pada benih.

### **C. Pemanenan dan Kematangan Benih**

Sehubungan dengan banyaknya manfaat (kegunaan) dari tanaman kelor, maka pengembangannya tentunya akan berdampak pada berbagai aspek baik secara ekonomi maupun lingkungan. Sementara ini tanaman kelor merupakan tanaman yang terlupakan untuk diperhatikan sehingga perkembangan aspek-aspek teknologi budidaya tidak tersedia memadai. Meskipun diketahui dan pada kenyataannya tanaman kelor tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, sehingga dapat tumbuh pada lingkungan sangat kering, dan akan tumbuh baik pada daerah tropik basah dengan kondisi terbatas unsur hara. Namun untuk mendapatkan hasil (produk) yang optimal dari tanaman yang belum tersedia teknologinya, maka sangat penting untuk mempelajari aspek-aspek agronomi terkait dengan pengembangan teknologi budi-dayanya.

Memulai praktek bercocok tanam tanaman kelor yang merupakan tanaman tahunan, maka sangat diperlukan pemahaman dari bahan tanaman awal seperti halnya biji (benih/bibit), karena kualitas biji mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan kemudian hasil tanaman. Biji yang baik dicirikan dengan kondisi yang baik dari biji tersebut. Biji yang baik untuk memperbanyak tanaman secara biologis utamanya harus memiliki viabilitas yang baik. Sementara itu, viabilitas biji berhubungan dengan tingkat kematangan biji yang dicirikan oleh berat kering optimum akhir dari biji tersebut.

Informasi tentang perbenihan tanaman kelor sangat terbatas, walaupun tersedia, ketersediaannya itu masih dalam bentuk naskah atau artikel ilmiah yang relatif sulit dijumpai dalam bentuk informasi pengetahuan praktis.

Secara keseluruhan, dalam jangka pendek ini, manajemen mutu produksi benih kelor meliputi ketepatan memilih pohon sumber penih sampai pascapanen yang menjadi satu kesatuan kegiatan. Panen buah kelor yang tepat waktu (tepat tingkat kematangan buah/biji, pengolahan/prosesing dan penyimpanan benih yang tepat adalah kunci

untuk menghasilkan benih kelor berkualitas baik. Merupakan hal yang sangat penting bahwa biji-biji terpilih yang akan dijadikan benih diproses dan disimpan dengan benar untuk mempertahankan kualitas dan viabilitasnya. Adapun terkait dengan pengembangan tanaman kelor dalam jangka panjang, penyediaan benih kelor ditentukan oleh pengadaan tegakan atau kebun sumber benih.

Tingkat kematangan buah dan sekaligus biji sangat mempengaruhi kualitas benih yang dihasilkan. Perubahan-perubahan yang terjadi selama proses pematangan benih adalah kadar air benih (*seed moisture content*), daya kecambah benih (*seed viability*), daya tumbuh benih (*seed vigor*), ukuran besar biji (*seed size*), dan berat kering benih (*seed dry weight*).

### **Kadar Air Biji**

Sehubungan dengan tipe buah kelor serupa dengan polong pada tanaman legum, maka umumnya sesaat setelah pembuahan, bakal biji berkadar air lebih dari 80%. Beberapa hari setelah pembuahan kadar air tersebut meningkat, namun kemudian secara perlahan-lahan kadar air tersebut menurun. Menjelang biji mencapai matang, kadar air menurun dengan cepat sampai berkisar 42-46 %. Setelah tercapai berat kering maksimum dari biji, saat itu buah sudah masak dengan ciri sebagian dari buah sudah mulai mengering, kadar air tersebut agak konstan sekitar 30-32 %. Jika buah seluruhnya telah mengering, biji berkadar air sekitar 15-18 %. Pada kondisi buah lewat masak yang dicirikan buah seluruhnya telah kering dan sangat mudah terbuka, sehingga biji-biji mudah terlepas dari kulit dan berkadar air 8-9 %. Adanya kisaran nilai kadar air biji tersebut disebabkan adanya pengaruh dari berfluktuasinya kelembaban udara di sekitarnya.

Biji-biji yang diperoleh dari buah dengan tingkat kematangan buah masak hingga buah telah mengering seluruhnya merupakan biji yang baik. Setelah biji diperoleh

dan kemudian dikering anginkan selama 2-3 hari akan diperoleh biji-biji dengan kadar air 11-13 %.

### **Daya Kecambah dan Vigor**

Daya kecambah meningkat seiring dengan bertambahnya umur benih (semakin tua benih). Daya kecambah maksimum dapat tercapai jauh sebelum benih mencapai masak fisiologis (daya kecambah maksimum konstan hingga masak fisiologis). Setelah masak fisiologis daya kecambah menurun, kecepatan penurunan sesuai dengan keadaan sub optimum (jelek) dilapangan. Semakin jelek kondisi lapangan, daya kecambah semakin cepat menurun. vigor benih meningkat seiring dengan bertambahnya umur benih. Maksimum vigor tercapai saat benih masak fisiologis, setelah itu terjadi penurunan.

Setelah masak fisiologis, semakin jelek lapangan vigor benih semakin cepat menurun. Faktor lingkungan merupakan faktor yang paling dominan mempengaruhi penurunan kualitas benih sesudah masak fisiologis. Oleh karena itu panen mestinya dilakukan pada saat masak fisiologis.

### **Ukuran Besar Biji**

Setelah pembuahan, penambahan ukuran biji terus mengalami peningkatan, seiring dengan laju pertumbuhan yang mengikuti laju pembentukan jaringan. Pertambahan ukuran juga terjadi pada saat fase penimbunan bahan makanan. Setelah biji mencapai masak fisiologis, penimbunan bahan makanan terhenti. Pada periode ini biji dikatakan tidak mengalami pertumbuhan, oleh karena itu ukuran besarnya tidak bertambah lagi atau dengan kata lain telah mencapai ukuran besar maksimum. Kemudian diikuti dengan terhentinya penambahan berat kering.

### **Berat Biji**

Hasil dari penimbunan bahan makanan adalah bobot daripada biji (benih) tersebut. Bahan makanan yang menentukan bobot biji umumnya terdiri dari tiga macam yaitu; karbohidrat, protein, dan lemak. Pada biji kelor

bahan makanan tersimpan didominasi oleh lemak, kemudian protein dan karbohidrat.

Setelah pembuahan, berat kering biji naik secara perlahan, dan kemudian mencapai maksimum pada saat biji mencapai masak fisiologis (ditandai dengan buah kelor telah berwarna hijau gelap hingga telah mulai mengering di sebagian buahnya). Pada periode ini berat kering biji dapat berfluktuasi, yang dipengaruhi oleh keadaan lingkungan terutama kelembaban.

Pada kelor, jika setelah masak fisiologis buah kelor belum dipanen, maka berat biji akan turun sebesar sekitar 10-20 persen. Penurunan berat tersebut disebabkan disebabkan oleh berkurangnya kandungan lemak, karena digunakan dalam proses respirasi dan pada waktu yang sama penimbunan bahan makanan dari tanaman induk ke endosperm sudah tidak terjadi lagi.

Selama fase pematangan, biji kelor dalam buah mengalami pengeringan. Pada fase ini terdapat sedikit peningkatan kandungan bahan tersimpan. Bobot kering tetap konstan, tetapi kadar air turun sampai 10-20%. Akhirnya lapisan gabus terbentuk pada dasar biji, yang akhirnya menyebabkan terputusnya hubungan dengan tanaman induk, menutup pasokan air dan membentuk suatu lapisan absisi yang memudahkan benih yang masak tersebut rontok.

Pertanyaannya adalah, kapan sebaiknya memanen buah kelor untuk tujuan menghasilkan benih. Berikut adalah uraian terkait dengan hasil penelitian penentuan tingkat kematangan buah kelor untuk mendapatkan benih yang baik.

Secara umum hasil dari percobaan tersebut menunjukkan bahwa terdapat keragaan fisik biji dari masing-masing tingkat kematangan buah (Tabel 3), sehingga kemudian terdapat pengaruh nyata tingkat kematangan buah terhadap viabilitas biji kelor (Tabel 4).

Table 3.  
Karakter biji kelor (*Moringa oleifera*) pada berbagai tingkat  
kematangan buah kelor

<b>Tingkat Kematangan</b>	<b>Kadar air biji (%)</b>	<b>Berat 100 biji* (g)</b>	<b>Volume 100 biji (ml)</b>	<b>Ketebalan biji (mm)</b>
Buah matang optimal	46,1 d	28,1 ab	14,7	8,4
Buah masak-1	32,3 c	30,3 b	16,4	9,4
Buah masak-2	16,6 b	24,2 ab	16,7	9,8
Buah lewat masak	7,9 a	21,0 a	16,5	9,6
HSD 5%	5,24	7,31	-	-

Keterangan: \* Kondisi kering panen.

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada masing-masing kolom menunjukkan perbedaan tidak nyata.

Table 4.  
Vigor benih dan bobot kering semai pada berbagai tingkat  
kematangan buah kelor

<b>Tingkat kematangan</b>	<b>Daya kecambah (%)</b>	<b>Kecepatan berkecambah (biji/hari)</b>	<b>Semai normal (%)</b>	<b>Bobot kering semai (g)</b>
Buah matang opt.	1,8 a	0,4 a	0,9 a	0,05 a
Buah masak-1	74,5 bc	1,7 b	55,8 b	0,08 b
Buah masak-2	82,5 c	7,1 d	81,2 c	0,10 b
Buah lewat masak	72,1 bc	5,6 c	75,6 c	0,09 b
HSD 5%	13,22	1,04	18,8	0,02

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada masing-masing kolom menunjukkan perbedaan tidak nyata.

Ulasan mengapa terdapat perbedaan nyata kualitas benih yang diperoleh dari tingkat kematangan buah kelor yang berbeda sebagai berikut ini. Sangat rendahnya daya kecambah biji dari buah dengan tingkat kematangan optimal disebabkan biji belum cukup masak secara fisiologis sehingga embrio belum cukup matang untuk dapat tumbuh dengan sempurna. Benih yang belum matang fisiologis memiliki viabilitas yang rendah bahkan pada beberapa benih tidak dapat tumbuh. Hal ini dikarenakan



benih tersebut belum memiliki cadangan makanan yang cukup dan pembentukan embrio belum sempurna. Bahwa kapasitas atau daya kecambah biji sebagai salah satu parameter viabilitas biji akan meningkat seiring dengan tingkat kematangan buah kelor. Oleh karena itu terkait percobaan ini, daya kecambah biji kelor asal buah dengan tingkat kematangan lewat masak lebih baik dari biji asal buah dengan tingkat kematangan buah masak.

Sebagian besar benih dari tanaman perkebunan atau tanaman budidaya akan diperoleh mutu fisiologis biji tertinggi pada saat biji masak fisiologis. Tidak pernah diperoleh mutu biji yang lebih tinggi dari pada mutu biji pada saat masak fisiologis sehingga benih yang belum masak penuh atau lewat masak mutunya lebih rendah dari benih yang masak fisiologis. Namun demikian masak fisiologis masing-masing tanaman terjadi pada kondisi penampilan morfologi dari buah atau biji yang berbeda-beda. Bahkan pada beberapa jenis tanaman periode masak fisiologis biji terjadi pada rentang periode yang cukup lebar atau panjang.

Pada saat biji masak fisiologis maka berat keringnya juga dalam keadaan maksimum. Demikian pula halnya dengan vigor dan daya kecambah dalam keadaan maksimum.

Pada buah kelor, pemasakan biji yang berada dalam buah berupa polong ternyata berbeda tergantung pada letak atau posisi biji dalam buah. Oleh karena itu, maka sebaiknya diadakan pemilihan biji-biji tersebut. Artinya, tidak semua biji yang ada pada buah polong kelor dapat digunakan sebagai benih. Jika dilakukan pencampuran atau semua biji diambil maka akan ada benih yang belum masak, sudah masak, dan lewat masak. Namun, jika pemungutan ditunda sampai semua benih masak, maka besar kemungkinannya banyak benih yang hilang karena kelewatan masak atau usang. Pada tanaman kelor, biji-biji akan berhamburan karena buah pecah akibat sudah terlampaui kering. Jadi, biji yang akan dijadikan sebagai benih jangan dibiarkan kelewat masak, pemungutan jangan

terlambat. Hal ini akan menyebabkan kemunduran viabilitas maupun vigor benih, dan penurunan kuantitas kalau polong mudah pecah. Pemungutan yang dilakukan pada saat masak optimum atau masak fisiologis akan memberi hasil yang kuantitas dan kualitasnya tinggi.

Dua hasil penelitian terkait kematangan buah kelor memberikan informasi yang relatif berbeda. Pada penelitian pertama diperoleh bahwa terdapat perbedaan nyata viabilitas benih dan pertumbuhan bibit kelor yang berasal dari biji pada berbagai tingkat kematangan buah. Lebih lanjut, biji yang berasal dari tingkat kematangan buah lewat masak (seluruh buah telah mengering) memiliki viabilitas biji dan pertumbuhan bibit yang terbaik dibandingkan dengan dua tingkat kematangan lainnya. Penelitian kedua memberikan informasi bahwa tingkat kematangan buah pada kondisi sebagian buah telah mengering merupakan tingkat kematangan buah yang baik sebagai sumber benih kelor.

Berdasarkan kepada kedua hasil penelitian tersebut di atas, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat kematangan buah kelor pada kondisi telah masak optimal hingga lewat masak dapat dijadikan indikator panen buah kelor untuk sumber benih. Kondisi tersebut ditandai dengan buah yang telah mengering sebagian hingga buah mengering seluruhnya, namun belum mencapai kondisi lewat kering hingga buah pecah.

#### **D. Posisi Biji dalam Buah**

Benih kelor dapat berkecambah dan tumbuh dengan cepat karena adanya mekanisme yang sebagian besar dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam sangat tergantung pada kondisi benih itu sendiri seperti tingkat kemasakan dan ukuran benih, sedangkan faktor luar adalah lingkungan yang sesuai untuk proses perkecambahan tersebut.

Daya berkecambah benih kelor menggambarkan kemampuan benih untuk tumbuh dan berkembang men-

jadi bibit tanaman pada kondisi optimum, sedangkan kecambah normal dan juga bobot kering kecambah normal merupakan tolok ukur viabilitas potensial yang menggambarkan banyaknya cadangan makanan yang tersedia sehingga bila dikondisikan pada lingkungan yang sesuai mampu tumbuh dan berkembang dengan baik.

Hasil penelitian berikutnya penulis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata viabilitas biji yang berasal dari tiga posisi biji dalam buah pada tingkat kepercayaan  $p= 0,05$  (Tabel 5). Namun tidak ada perbedaan nyata ketiga posisi biji dalam buah kelor tersebut pada variabel pertumbuhan bibit hingga berumur dua bulan (Tabel 6).

Tabel 5.

Viabilitas biji kelor pada tiga posisi biji dalam buah

<b>Posisi Biji</b>	<b>Bobot 100 biji* (g)</b>	<b>Daya kecambah (%)</b>	<b>Kecepatan berkecambah (hr)</b>	<b>Kecambah normal (%)</b>
Ujung	17,3±2,5b	51,1±14,3b	8,3±1,12b	59,9±5,5b
Tengah	20,1±1,1a	82,6±7,7a	6,9±1,21ab	83,4±2,9a
Pangkal	21,6±0,8a	71,2±9,2a	6,5±1,09a	79,8±3,4a
LSD 5%	2,21	15,87	1,24	17,79

Keterangan: \* Kondisi kering simpan (kadar air biji 10-12 persen). Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata

Tabel 6.

Pertumbuhan bibit kelor dari tiap posisi biji dalam buah

<b>Posisi biji</b>	<b>Tinggi bibit (cm)</b>		<b>Jumlah daun bibit (helai)</b>		<b>Diameter batang (mm)</b>		<b>Bobot kering bibit (g)</b>	
	<b>30 hst</b>	<b>60 hst</b>	<b>30 hst</b>	<b>60 hst</b>	<b>30 hst</b>	<b>60 hst</b>	<b>30 hst</b>	<b>60 hst</b>
Ujung	21,1	58,8	8,9	13,8	0,2	0,6	1,64	6,71
Tengah	20,9	57,2	8,5	12,2	0,3	0,6	1,44	6,52
Pangkal	20,6	56,5	8,7	13,3	0,2	0,5	1,29	5,89
LSD 5%	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: hst= hari setelah tanam benih

Berpengaruh nyata posisi biji dalam buah terhadap viabilitas biji disebabkan adanya perbedaan kualitas nutrisi

biji tersebut. Persaingan antara biji di dalam buah kelor terhadap kebutuhan atau perolehan nutrisi selama pertumbuhan dan perkembangan buah menghasilkan perbedaan nutrisi terkandung pada masing-masing biji pada masing-masing posisi dalam buah. Biji pada posisi pangkal dan tengah tampak memiliki peluang lebih baik untuk mendapatkan nutrisi, sehingga pada akhirnya akan memiliki viabilitas biji yang lebih baik dibandingkan biji-biji pada posisi ujung. Peneliti pada kesempatan ini mendapatkan bahwa buah kelor merupakan buah dengan kejadian pemasakan fisiologis yang dimulai dari pangkal buah, sehingga akumulasi nutrisi dari tanaman induk ke buah lebih banyak terjadi pada buah di posisi pangkal buah hingga posisi tengah buah. Jadi, pemasakan buah sekaligus biji yang ada di dalamnya terjadi fenomena bahwa biji-biji yang posisinya di pangkal lebih dahulu masak dan kemudian secara bertahap menuju ke posisi tengah dan akhirnya posisi ujung.

Pada penelitian ini dijumpai bahwa bobot segar buah (*pod*) dan biji (*seed*) mengalami perubahan (perkembangan) selama proses pematangan (*maturation*), proses pemasakan (*ripening*), dan proses penuaan (*senescence*). Buah dan biji mengalami peningkatan bobot secara nyata hingga buah mencapai kondisi masak yang dicirikan buah sebagian telah mengalami perubahan warna menjadi coklat atau buah mulai mengering, dan setelah tahapan tersebut biji maupun buah mengalami penurunan bobot secara perlahan. Fenomena ini terjadi pula pada buah jarak pagar yang dilaporkan Santoso *et al.* (2012), bahwa biomassa buah dan biji yang ada di dalamnya mengalami perubahan bobot seiring dengan perkembangan buah, dan hal tersebut dikarenakan tingginya kandungan air di saat tahapan pematangan dan mulai mengalami pengurangan kandungan air pada saat tahapan pemasakan. Sadjad *et al.* (1999) selanjutnya menyatakan bahwa, perubahan tersebut tentunya akan mempengaruhi perubahan metabolisme dalam biji yang kemudian akan mempengaruhi komponen isi bahan

kering dalam biji sehingga pada akhirnya mempengaruhi viabilitas biji tersebut.

Selain stadia kemasakan buah, letak biji pada buah juga mempengaruhi viabilitas benih. Biji yang letaknya pada bagian tengah dari buah, mempunyai ukuran lebih besar dan lebih homogen dari pada biji yang letaknya pada bagian ujung dan pangkal buah. Beberapa hasil penelitian terkait posisi biji dan juga posisi buah pada tanaman menunjukkan, bahwa benih bermutu baik adalah benih yang berukuran sedang dan seragam, benih-benih tersebut biasanya diperoleh dari biji yang posisinya di pangkal buah. Bahwa benih yang terletak pada bagian ujung buah mempunyai viabilitas rendah, karena mempunyai cadangan makanan lebih sedikit dibandingkan dengan benih yang terletak di tengah. Selain itu benih yang terletak di bagian ujung buah mempunyai selaput pelindung yang sangat tipis, sehingga sangat peka terhadap serangan penyakit dan kekeringan.

Bahwasannya seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan buah dan juga biji yang ada di dalamnya, maka terjadi pula perubahan-perubahan komposisi penyusun (isi) biji bersangkutan. Perubahan-perubahan tersebut tentunya dipengaruhi oleh factor lingkungan, dan genetik, dan juga tahapan kematangan biji. Khususnya pada biji berminyak, kandungan minyak (lemak) mengalami perubahan sesuai dengan lama waktu perkembangannya.

Kemasakan biji atau benih pada kelor ditandai dengan perubahan warna benih menjadi coklat mulai dari bagian pangkal buah bunga. Periode masak fisiologi dapat ditunjukkan dengan adanya perubahan warna morfologi buah/biji.

Jadi, biji-biji kelor yang berada pada posisi pangkal dan tengah pada buah kelor memiliki viabilitas lebih baik dibandingkan biji berposisi di ujung buah. Perbedaan posisi biji pada buah berpengaruh tidak nyata terhadap partumbuhan bibit kelor. Dalam rangka mempersiapkan benih berkualitas pada usaha pengembangan tanaman kelor,

maka biji-biji yang berposisi di pangkal dan posisi di tengah buah kelor dapat digunakan sebagai sumber benih.

### **E. Penyimpanan**

Penanganan dan kemudian penyimpanan benih merupakan tahapan dalam memproduksi benih kelor. Penanganan dan penyimpanan yang tidak sesuai tentunya akan berakibat pada percepatan benih akan mengalami kemunduran selama penyimpanan. Tujuan pengemasan antara lain adalah untuk mempertahankan kondisi lingkungan di sekitar benih agar sesuai dengan yang dikehendaki; menghindarkan benih dari kontaminasi dan pencampuran dengan benih jenis atau tanaman lain; melindungi benih dari kerusakan fisik, baik yang disebabkan oleh kerusakan mekanik maupun serangan penyakit; menjaga kehilangan benih; memudahkan dalam penanganan selanjutnya; serta sebagai label identitas.

Sebagaimana diuraikan di atas dan agar tercapai tujuan pengemasan tersebut, maka perlu diperhatikan bahan-bahan kemasan yang akan digunakan. Bahan kemasan terbaik adalah yang resisten terhadap uap dan gas, serta umum digunakan adalah plastik polipropilen (PP).

Pada umumnya tujuan utama dari penyimpanan benih adalah untuk mempertahankan viabilitas benih selama periode simpan yang lama, sehingga benih ketika akan dikecambahkan masih mempunyai viabilitas yang baik. Tujuan lainnya adalah mempersiapkan cadangan bahan perbanyak tanaman untuk periode tanam atau musim tanam berikutnya dan sebagai upaya pelestarian plasma nutfah.

Penyimpanan benih kelor bertujuan untuk mempertahankan viabilitas benih sebelum simpan dalam periode simpan yang selama mungkin, sehingga benih dapat ditanam pada musim tanam berikutnya hingga beberapa tahun kemudian, jika memungkinkan. Selain itu,

penyimpanan benih dimaksudkan untuk menjaga ketersediaan benih dari satu musim tanam ke musim tanam berikutnya dari satu lokasi ke lokasi lainnya (distribusi).

Perbanyak tanaman kelor dapat dilakukan dengan menggunakan biji (benih). Pada sisi lain adalah bahwa sumber minyak yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti solar ada pada bijinya. Oleh karena itu, teknik penyimpanan benih (ataupun biji) sebelum benih tersebut digunakan sebagai bahan perbanyak tanaman dan sebelum biji tersebut diolah (diproses) sangat penting. Penyimpanan benih atau biji akan mempengaruhi viabilitas benih dan juga kandungan minyak dalam biji. Jadi, untuk keperluan agronomi bahwa keseragaman bibit sangat bergantung pada kecepatan berkecambah dan daya kecambah benih, kondisi fisiologis benih, dan lama waktu penyimpanan benih, sementara itu bagi kepentingan pengolahan minyak biji, maka kandungan minyak merupakan hal yang perlu mendapat perhatian serius, dan itu semua sangat dipengaruhi oleh kondisi tempat penyimpanan benih atau biji.

Walaupun diketahui dengan baik bahwa kualitas benih untuk tujuan agronomi maupun kualitas biji untuk tujuan produksi minyak dipengaruhi oleh faktor dalam (genetik), namun demikian faktor luar (lingkungan) seperti kondisi tempat penyimpanan juga memegang peranan terhadap kualitas benih atau biji. Tentunya kondisi yang baik dan cocok akan dapat mempertahankan kualitas dan viabilitas benih untuk waktu penyimpanan yang lama.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa rendahnya daya berkecambah biji sesaat setelah dipanen dari pohonnya, namun beberapa penelitian lainnya menunjukkan fenomena yang sebaliknya, bahwa daya kecambah biji kelor yang baru saja dipetik cukup tinggi. Berdasarkan fenomena tersebut maka sangat memegang peranan penting pengaturan kondisi penyimpanan benih atau biji kelor, agar supaya selama penyimpanan benih-benih atau biji-biji kelor tersebut tidak banyak mengalami kerusakan akibat penyimpanan.

Sehubungan dengan pengembangan dan peningkatan penggunaan kelor, persiapan bibit yang baik perlu perhatian. Salah satu bahan tanaman untuk perbanyak kelor adalah benih. Oleh karena itu, penyimpanan sementara benih yang menunggu untuk digunakan sebagai tujuan perbanyak tidak dapat dihindari. Penyimpanan benih kelor tentu akan mempengaruhi kelangsungan hidup benih dan juga mempengaruhi kandungan minyak biji jika akan digunakan lebih lanjut dalam proses produksi minyak. Oleh karena itu, untuk tujuan agronomis pembentukan bibit seragam tergantung pada tingkat perkecambahan dan persentase perkecambahan benih, fisiologi benih, kondisi, dan waktu penyimpanan benih, sedangkan untuk tujuan biodiesel, kandungan minyak biji merupakan pertimbangan penting, yang dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan.

Meskipun kualitas benih baik untuk tujuan agronomi dan hasil minyak umumnya ditentukan oleh faktor internal benih, namun faktor eksternal seperti kondisi penyimpanan benih juga harus dipertimbangkan. Baiknya dan kecocokan kondisi penyimpanan memungkinkan untuk mempertahankan kualitas dan kelangsungan hidup benih maupun biji untuk jangka waktu yang lama. Biji berminyak seperti biji kelor yang disimpan dalam kantong plastik pada suhu 16 °C dapat dipertahankan viabilitasnya pada tingkat 80% tetapi berkurang menjadi 50% pada kondisi yang kurang baik. Penyimpanan yang tepat dapat mempertahankan kualitas dan kandungan minyak biji kelor selama setidaknya satu tahun. Untuk perkecambahan atau tujuan agronomis, biji kelor dapat disimpan dalam kondisi penyimpanan suhu kamar setidaknya selama lima bulan, dan untuk tujuan ekstraksi minyak, biji kelor sebaiknya disimpan tidak lebih dari empat bulan di bawah kondisi suhu kamar tersebut.

Berkaitan dengan viabilitas benih, perkecambahan biji tidak terlalu baik segera setelah panen benih, sementara laporan lain menyatakan bahwa persentase perkecambahan yang lebih baik dari biji segar dibandingkan dengan benih



yang telah disimpan selama periode sebulan sampai tiga bulan bahkan di bawah kondisi penyimpanan yang berbeda. Oleh karena itu, manajemen atau pengaturan suhu penyimpanan dan lama penyimpanan yang baik dapat meningkatkan perkecambahan biji. Informasi ini sangat penting, terutama bagi para petani maupun pengusaha untuk memenuhi kecambah yang optimal dan juga kandungan minyak maksimal untuk produksi minyak.

Berikut ini adalah uraian atau menjelaskan hasil penelitian penulis terkait dengan pengaruh tiga suhu dan periode penyimpanan pada viabilitas benih kelor (Tabel 7 dan Tabel 8) dan kandungan minyak dan protein bijinya (Tabel 9 dan Tabel 10).

Tabel 7.

Daya kecambah (%) benih setelah penyimpanan pada tiga kondisi ruang simpan berbeda

<b>Kondisi Ruang Simpan</b>	<b>Lama penyimpanan (bulan)</b>					
	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
Suhu ruangan	83,3b	69,7c	62,8b	58,7c	50,3c	41,1c
Ruang ber-AC	85,5b	81,6b	79,1a	75,2b	69,3b	58,3b
Lemari pendingin	88,8a	84,3a	80,6a	79,1a	78,7a	75,1a
LSD 0,05	2,51	2,60	2,45	2,64	3,34	6,46

Keterangan: Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf sama, berbeda tidak nyata.

Tabel 8.

Kecepatan berkecambah (hr) benih setelah penyimpanan pada tiga kondisi ruang simpan berbeda

<b>Kondisi Ruang Simpan</b>	<b>Lama penyimpanan (bulan)</b>					
	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
Suhu ruangan	7,3	8,6	11,7b	16,6c	25,1c	29,7c
Ruang ber-AC	5,5	6,9	9,3ab	12,5b	15,2b	17,6b
Lemari pendingin	5,2	6,8	7,5a	8,5a	9,5a	11,4a
LSD 0,05	ns	ns	3,2	3,7	4,3	4,7

Keterangan: Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf sama, berbeda tidak nyata.

Tabel 9.  
Kandungan minyak (%) biji setelah penyimpanan pada tiga kondisi ruang simpan berbeda

<b>Kondisi Ruang Simpan</b>	<b>Lama penyimpanan (bulan)</b>					
	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
Suhu ruangan	33	32	29	26	22	18
Ruang ber-AC	34	32	30	30	28	24
Lemari pendingin	34	33	32	31	30	28

LSD 0,05

Keterangan: Angka-angka pada tabel merupakan nilai pembulatan

Tabel 10.  
Kandungan protein (%) biji setelah penyimpanan pada tiga kondisi ruang simpan berbeda

<b>Kondisi Ruang Simpan</b>	<b>Lama penyimpanan (bulan)</b>					
	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
Suhu ruangan	29	28	26	22	20	17
Ruang ber-AC	29	29	27	25	22	19
Lemari pendingin	29	29	28	28	27	24

LSD 0,05

Keterangan: Angka-angka pada tabel merupakan nilai pembulatan

Berdasarkan kepada empat tabel di atas maka terjadi fenomena penurunan viabilitas benih dan kandungan minyak biji selama penyimpanan satu tahun pada tiga kondisi suhu ruang penyimpanan. Benih yang disimpan pada suhu ruangan biasa (*ambient room temperature*) telah mulai turun viabilitasnya setelah penyimpanan 4 bulan. Sedangkan penyimpanan pada ruang berfasilitas AC akan menurun setelah lama penyimpanan 10 bulan. Penyimpanan pada lemari pendingin (*cold cabinet*) selama satu tahun masih menunjukkan viabilitas yang cukup baik (daya kecambah 75 % dan kecepatan berkecambah 11 hari).

Terkait kandungan minyak dan protein biji tampak bahwa penyimpanan biji pada *ambient room temperature* merupakan kondisi ruang simpan yang paling tidak

kondusif bagi upaya mempertahankan kandungan minyak maupun protein biji kelor tetap tinggi. Selama penyimpanan 12 bulan, kandungan minyak masih relatif tinggi dipertahankan biji yang disimpan pada lemari pendingin (minyak, 28 % dan protein, 24 %). Jadi kondisi ruang simpan biji untuk keperluan penyimpanan penundaan pengolahan biji dapat dilakukan selama satu tahun pada ruangan (lemari pendingin) namun dapat selama 8-10 bulan pada kondisi penyimpanan ruang berfasilitas AC. Fenomena yang sama juga untuk penyimpanan benih menunggu musim tanam berikutnya, yaitu 6-8 bulan pada ruang berfasilitas AC dan dapat hingga satu tahun pada lemari pendingin.

# **TEKNOLOGI MEMPERSIAPKAN BENIH KELOR**

## **Tujuan Bab**

Disajikannya Bab terakhir ini dengan tujuan agar para pembaca mengetahui secara garis besar tahapan-tahapan teknologi pengadaan dan penanganan benih kelor.

## **Isi Bab**

Bab ini berisikan sub-pokok bahasan berupa rangkuman yang menjelaskan secara singkat mengenai keteknikan mempersiapkan benih tanaman kelor, berupa:

- Penentuan dan Pengadaan Pohon Sumber Benih
- Pemanenan Biji Untuk Benih
- Penyimpanan
- Ringkasan Tahapan Memproses Benih

Kepentingan penanganan benih kelor khususnya dalam jangka pendek sangat diperlukan. Ketepatan memilih pohon sumber benih hingga penyimpanan benih yang diperoleh perlu dipersiapkan dengan sebaik-baiknya. Panen buah (biji) kelor tepat waktu (tingkat kematangan biji) menentukan viabilitas biji. Penyimpanan benih yang tepat kemudian merupakan kunci keberhasilan mempersiapkan benih kelor yang berkualitas baik. Sementara itu, dalam jangka panjang kegiatan penyediaan benih kelor tentunya bergantung pada penyediaan tegakan (tanaman) unggul (terpilih) sebagai sumber benih.

### **A. Penentuan dan Pengadaan Pohon Sumber Benih**

Tahapan pemilihan dan penentuan atau seleksi pohon kelor sebagai sumber benih kelor yang baik, meliputi:

1. Memilih pohon sumber benih pada tegakan terbaik dan tumbuh di lingkungan yang seragam.
2. Memilih pohon terbaik dari populasi tegakan tersebut dengan membandingkan dengan pohon yang ada di sekitarnya. Pilih pohon yang lebat bercabangnya dengan pertumbuhan daun yang subur, tahan terhadap pemangkasan, dan juga banyak menghasilkan buah (biji).
3. Hindari memilih pohon kelor yang terasing (tidak ada pohon sejenis yang tumbuh dekat dengannya). Pohon dikatakan terasing bila tidak ada pohon kelor lainnya pada radius 100 m.

Kriteria pohon sumber benih untuk tanaman kelor tentunya harus disesuaikan dengan tujuan penanaman (pengembangan). Adapun kriteria tersebut adalah:

1. Tanaman kelor yang diusahakan atau dibudidayakan untuk penghasil sumber bahan pangan sehat, obat (herbal), dan juga pakan ternak adalah berupa hasil

biomasa daun. Tanaman kelor untuk itu tentunya memiliki karakter sebagai berikut,

- a. Pertumbuhan cepat,
- b. Produksi daun tinggi,
- c. Daun mengandung cukup banyak unsur gizi,
- d. Daya pangkas tinggi,
- e. Mudah diperbanyak secara vegetative,
- f. Bebas hama-penyakit,
- g. Pendek,
- h. Tahan kering, dan
- i. Cukup tua.

2. Tanaman kelor yang dibudidayakan untuk menghasilkan buah (sebagai bahan sayuran) ataupun biji (sebagai sumber minyak untuk bahan obat, kosmetik, maupun bahan bakar minyak) setidaknya harus memiliki karakter sebagai berikut:

- a. Pertumbuhan baik,
- b. Buah lebat, manis, dan besar,
- c. Buah tidak mudah pecah disaat kering,
- d. Kadar minyak dalam biji tinggi,
- e. Bebas hama-penyakit,
- f. Percabangan pendek sehingga mudah dipanjat, dan
- g. Cukup tua.

Untuk menjaga keragaman genetik benih yang dihasilkan, pohon benih kelor sebaiknya cukup banyak jumlahnya (sebaiknya lebih dari 25-30 pohon). Jika pohon benih yang terdapat pada lahan petani jumlahnya sangat terbatas, atau kurang dari 10 pohon. Maka diperlukan kelompok pohon benih lain berikutnya. Adanya beberapa kelompok akan dapat meningkatkan keragaman genetik benih yang dihasilkan. Benih yang dikumpulkan dari masing-masing petani tersebut dikumpulkan dan dicampur (*bulk*).

Hal yang perlu mendapat perhatian lainnya adalah jarak isolasi. Pohon yang berada dalam jangkauan pe-

nyebaran benih, kemungkinan besar merupakan pohon yang berkerabat (berasal dari induk yang sama). Jarak antar pohon yang cukup jauh (lebih dari 50 m) akan menjamin bahwa pohon benih tidak berkerabat.

## **B. Pemanenan Biji Untuk Benih**

Beberapa hal penting yang perlu mendapat perhatian terkait dengan pemanenan buah (biji) untuk perbenihan;

### **1. Tingkat Kematangan Buah**

Tingkat kematangan buah kelor pada kondisi telah masak optimal hingga lewat masak dapat dijadikan indikator panen buah kelor untuk sumber benih. Kondisi tersebut ditandai dengan buah yang telah mengering sebagian hingga buah mengering seluruhnya, namun belum mencapai kondisi lewat kering hingga buah secara alami akan pecah.

### **2. Posisi Biji**

Jadi, biji-biji kelor yang berada pada posisi pangkal dan tengah pada buah kelor memiliki viabilitas lebih baik dibandingkan biji berposisi di ujung buah.

Walaupun, perbedaan posisi biji pada buah berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan bibit kelor. Namun, dalam rangka mempersiapkan benih berkualitas dan keterjaminan jumlah bibit yang dihasilkan pada usaha pengembangan tanaman kelor, maka biji-biji yang berposisi di pangkal dan posisi di tengah buah kelor dapat digunakan sebagai sumber benih.

## **C. Penyimpanan**

Sehubungan dengan terjadinya fenomena penurunan viabilitas benih dan kandungan minyak-protein biji selama satu tahun penyimpanan pada tiga kondisi suhu ruang penyimpanan yang berbeda. Maka, terkait dengan kandungan minyak dan protein biji, penyimpanan biji pada

*ambient room temperature* merupakan kondisi ruang simpan yang paling tidak kondusif bagi upaya mempertahankan kandungan minyak maupun protein biji kelor tetap tinggi. Penyimpanan selama 12 bulan, kandungan minyak dalam biji masih relatif tinggi dipertahankan oleh biji yang disimpan pada lemari pendingin (minyak, 28 persen dan protein, 24 persen). Kondisi ruang simpan biji untuk keperluan penyimpanan penundaan pengolahan biji dapat dilakukan selama satu tahun pada ruangan (lemari pendingin) atau dapat selama 8-10 bulan pada kondisi ruang simpan berfasilitas AC (suhu berkisar 18-20 °C). Fenomena yang sama juga untuk keperluan penyimpanan benih atau sebagai bahan perbanyakan, yaitu 6-8 bulan pada ruang berfasilitas AC dan dapat hingga satu tahun pada lemari pendingin (suhu sekitar 15-16 °C).

#### **D. Ringkasan Tahapan Memproses Benih**

Prosesing benih yang dalam hal ini pemilihan, penanganan, dan kemudian penyimpanan benih dalam memproduksi benih kelor terdiri atas beberapa tahapan, yaitu:

1. Pilihlah benih yang sehat dan telah masak. Benih kelor yang telah masak dicirikan buah telah sebagian berwarna coklat hingga seluruh buah berwarna coklat. Benih yang demikian itu diperoleh dari buah kelor yang telah 25 persen hingga 100 persen mengering, namun belum pecah secara alami.
2. Benih-benih yang dikumpulkan adalah benih berposisi di bagian pangkal dan bagian tengah dari buah kelor. Atau dengan kata lain benih-benih yang berada pada 1/3 bagian ujung buah tidak dipilih sebagai calon benih.
3. Benih-benih terkumpul kemudian dikering-anginkan selama 1-2 hari, tergantung pada kecerahan cuaca.
4. Dengan cara tersebut akan dihasilkan benih kelor dengan kadar air sekitar 10-12 persen.
5. Setelah kering atau sambil dilakukan pengeringan, benih dibersihkan dari kotoran-kotoran yang tercampur dalam



kumpulan benih. Benih yang sudah berlubang atau gepeng sebaiknya dibuang.

6. Dalam setiap satu kg benih kelor biasanya berisi sekitar 3.300-4000 butir biji. Ukuran besar atau kecil tidak menunjukkan baik atau buruknya mutu suatu benih kelor.
7. Benih yang telah kering dan bersih disimpan dalam wadah kantong plastik. Ruang simpan hendaknya kering dan sejuk. Disarankan minimal menggunakan ruangan berfasilitas pendingin ruangan (AC).

# DAFTAR PUSTAKA

- Aderinola, O. A., T. A. Rafiu, A.O. Akinwumi, T. A. Alabi, and O. A. Adeagbo. 2013. Utilization of *Moringa oleifera* leaf as feed supplement in broiler diet. *Int. J. Food Agric. Vet. Sci.* 3(3):94-102.
- Adinugraha, HA. 2005. Teknik Pembibitan Tanaman Hutan. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Bogor.
- Aminah, S., Rhamdan, T., Yanis, M. 2015. Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan.*5(2):35-44.
- Anwar, F., Rashid, U. 2007. Physicochemical characteristics of *Moringa oleifera* seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. *Pakistan Journal Botany.*21:17-25.
- Sayaka, B., I.K. Kariyasa, Waluyo, T. Nurasa, Y. Marisa. 2006. Analisis sistem perbenihan komoditas pangan dan perkebunan utama. Makalah Seminar Hasil Penelitian T.A. 2006. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Kementan RI.
- Copeland, L.O. 1976. Seed science and technology. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota.
- Daba, M. 2016. Miracle Tree: A review on multi-purposes of *Moringa oleifera* and its implication for climate change mitigation. *J Earth Sci Clim Change.* 7: 366.  
doi: 10.4172/2157-7617.1000366
- Danu, D., Rohadi dan Nurhasybi. 2006. Teknologi dan standarisasi benih dan bibit dalam menunjang keberhasilan Gerhan. Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutandan Konservasi Alam. Bogor. p:63-76.
- Farook A., Bangar I. 2003. Analytical Characterization of *Moringa oleifera* Seed Oil Grow In Temperature Region of Pakistan. *Journal Agriculture Food Chem.*5(1):6558-6563.
- Foidl N, Harinder PS, Markar P, Becker K. 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and Industrial uses. In: The

- miracle tree, Lowell J Fuglie, Darkar Senegal (eds.) pp 45-76.
- Fotouo-M. H, du Toit ES, Robbertse PJ. 2015. Germination and ultrastructural studies of seeds produced by a fast-growing, drought-resistant tree: implications for its domestication and seed storage. *AoB PLANTS* 7:1-16.  
doi:10.1093/aobpla/plv016
- Fuglie, L.J. 2001. Combatting malnutrition with *Moringa*. Senegal: Bureau Regional Afrika.
- Hartmann, HT., DE Kester, FT Davies, Jr, RL Geneve. 2002. *Plant Propagation: Principles and Practices*. Printice Hall Inc. 770p.
- Hasan, F.A.G., Ibrahim, M.A. 2013. *Moringa oleifera*: Nature is most nutritious and multi-purpose tree. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(4): 1-5
- Henrique Duarte Vieira, Alessandra Olmo Dardengo, Márcia Terezinha Ramos de Oliveira, Pedro Amorim Berbert, Bruno Borges Deminicis. 2017. Evaluation of storage potential of *Jatropha curcas* L. Seeds. *American Journal of Plant Sciences*. 8:3013-3023
- Leone, A., A. Spada, A. Battezzati, A. Schiraldi, J. Aristil, S. Bertoli. 2015. Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An Overview. *Int. J. Mol. Sci.* 16, 12791-12835;  
doi:10.3390/ijms160612791
- Melo, N.V., Vargas, T.Q., Calvo, C.M.C. 2013. *Moringa oleifera* L. an underutilized tree with macronutrients for human health. *Emir. J. Food Agric.* 25(10):785-789.
- Mng'omba, S.M., du Toit, E.S., Akinnifesi, F.K. 2007. Germination characteristics of tree seeds: Spotlight on Southern African tree species. *Tree and Forestry Science and Biotechnology* 1(1):8p.
- Mugnisjah, W.Q., Asep S., Suwanto, dan Cecep, S., 1994. *Panduan Praktikum dan Penelitian Bidang Ilmu dan Teknologi Benih*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Ofor, Marian O., Nwufu, Martin I. 2011. The search for alternative energy source *Jatropha* and *Moringa* seed for biofuel production. *J. of Agriculture and Social.* Vol 11 (2):77-82.
- Ojiako, F.O.; Adikuru, N.C.; Emenyonu, C.A. 2011. Critical issues in investment, production and marketing of *Moringa oleifera* as an industrial agricultural raw material in Nigeria. *J. Agric.Res. Dev.*10: 39–56.

- Palada, M.C. 1996. Moringa (*Moringa oleifera* Lam.): A versatile tree crop with horticultural potential in the subtropical United States. *HortScience*. 31: 794–797.
- Palanisamy, V., Kumaresan, K. 1985: Studies on seed development and maturation in annual *Moringa*. *Vegetable Sci.* 12 (2):74–78.
- Prity, P. 2016. Sahjan –A green super food. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.* 5 [3]: 98-102
- Ramachandran, C.; Peter, K.V.; Gopalakrishnan, P.K. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable. *Econ. Bot.* 34: 276–283.
- Rashid, U., F. Anwar, B.R. Moser, G. Knothe. 2008. Moringa oleifera oil: A possible source of biodiesel. *Bioresource Technology* 99: 8175–8179. doi:10.1016/j.biortech.2008.03.066
- Rashid. U., Anwar, F., Moser, B.R., Knothe, G.. 2088. Moringa oleifera oil: A possible source of biodiesel. *Bioresource Technology*, 99: 8175–8179.
- Sanchez, N.R. 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential Fodder Species for Ruminants in Nicaragua. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Science.
- Santoso, B.B. 2009. Karakterisasi morfo-ekotipe dan kajian beberapa aspek agronomi jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) di Nusa Tenggara Barat. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Santoso, B.B., A. Budianto, IGP.M. Aryana, 2012. Seed Viability of *Jatropha curcas* in Different Fruit Maturity Stages after Storage. *Nusantara Bioscience*. Vol. 4 (3): 113-117. DOI: 13;10.13057/Nusbiosci/N040305
- Santoso, B.B., Hasnam, Hariyadi, Susanto, S. Purwoko, B.S. 2008. Perbanyak Vegetatif Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan Stek Batang: Pengaruh Panjang dan Diameter Stek. *Bul. Agron.* 36(3):255–262.
- Santoso, B.B., Purwoko, B.S. 2008. Pertumbuhan bibit tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) pada berbagai kedalaman dan posisi tanam benih. *Bul. Agron.* 36(1):70–77.
- Santoso, B.B., IGM.A. Parwata, IN Soemeinaboedhy. 2017. Pembibitan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lam). Penerbit Arga Puji Press. ISBN: 978-602-6800-50-3
- Santoso, B.B., IGM.A. Parwata. 2017. Viabilitas Biji dan Pertumbuhan Bibit Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *J. Sains Teknologi*

& Lingkungan. 3(2):1-8. DOI: <https://doi.org/10.29303/jstl.v3i2.18>

Sudikno, T.S. 1977. Teknologi Benih. Yayasan Pembina, Fakultas Pertanian Univ. Gajah Mada.

Yudono, P. 2012. Perbenihan Tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

# ISTILAH-ISTILAH

**Aklimatisasi**, tahap perlakuan penyesuaian lingkungan tumbuh tanaman setelah dari persemaian ke tempat pembesaran

**Analisis mutu benih**, kegiatan untuk menganalisa mutu benih yang meliputi kadar air, daya berkecambah, dan kemurnian fisik dan kesehatan benih yang harus dilakukan terhadap setiap kelompok benih yang akan diedarkan.

**Auksin**, salah satu golongan atau kelompok zat pengatur tumbuh baik yang alamiah maupun sintetik, yang dapat menginduksi pemanjangan sel, dan dalam kasus tertentu pembelahan sel. Golongan zat pengatur tumbuh ini juga bertanggung jawab dalam dominasi apikal, penghambatan pucuk aksilar dan adventif, dan inisiasi pengakaran.

**Bahan bakar nabati (BBN)**, adalah bahan bakar yang diperoleh atau dibuat atau berasal dari biomassa. Sementara itu biomassa adalah bahan-bahan organik yang berasal dari tumbuhan atau hewan, maupun produk atau limbah industry budidaya pertanian.

**Bedeng saphi** adalah bedengan tempat diletakkannya polibag yang berisi bibit berasal dari bedeng tabur maupun anakan yang berasal dari kebun bibit guna mempersiapkan ukuran dan mutu bibit yang memadai untuk pertanaman.

**Bedeng tabur** adalah suatu bedengan yang berisi media tanah, guna membiakkan biji.

**Bedengan**, tanah yang ditinggikan dari sekitarnya untuk tempat tumbuh semai, bibit, atau tanaman.

**Benih** (*seed*), adalah tanaman atau bagiannya (biji) yang dipergunakan untuk memperbanyak atau mengembangbiakan tanaman (tujuan budidaya tanaman).

**Benih Bina** adalah benih varietas unggul yang produksi dan peredarannya diawasi dan telah dilepas oleh Menteri Pertanian.

**Benih Dasar** adalah keturunan pertama dari Benih Penjenis yang

**Benih Penjenis** (*breeder seed*) adalah benih yang diproduksi di bawah pengawasan pemulia yang bersangkutan dengan prosedur baku yang memenuhi sertifikasi sistem mutu

sehingga tingkat kemurnian genetik varietas (*true-to-type*) terpelihara dengan sempurna.

**Benih Pokok** adalah keturunan pertama dari Benih Dasar atau Benih Penjenis yang memenuhi standar mutu kelas Benih Pokok.

**Benih Sebar** adalah keturunan pertama dari Benih Pokok, Benih Dasar atau Benih Penjenis yang memenuhi standar mutu kelas Benih Sebar.

**Benih sumber** adalah tanaman atau bagian tanaman yang digunakan untuk memproduksi benih yang meliputi benih inti, benih penjenis, benih dasar, dan benih pokok.

**Bibit**, bahan tanaman berasal dari benih yang telah ditumbuhkembangkan atau bibit yang berasal dari bagian vegetative tanaman

**Bibit**, semua bagian tanaman yang digunakan untuk memperbanyak/ perkembangbiakan.

**Biji** (*grain*), bagian tanaman hasil memperbanyak generative yang digunakan untuk kepentingan ekonomi.

**Biodiesel**, lebih tepat disebut FAME (*fatty acid methyl ester*), merupakan BBN yang digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin diesel sebagai pengganti solar.

**Bio-energi**, sumber daya yang berasal dari makhluk hidup, yakni tumbuhan, hewan maupun mikroba (fungi). **Bio-energi**. Kamus pertanian (1971) mengemukakan, "energy" adalah sumber daya pembangkit gerak kerja, sedangkan "bio" diartikan sebagai organism atau makhluk hidup. Dengan kata lain, bio-energi adalah sumberdaya yang berasal dari makhluk hidup, yakni tumbuhan, hewan dan fungi.

**Bio-etanol**, adalah etanol yang diperoleh dari proses fermentasi bahan baku yang mengandung pati atau gula seperti tetes tebu dan singkong. BBN ini digunakan sebagai pengganti premium (gasoline).

**Biokerosin**, merupakan minyak nabati yang ditujukan sebagai pengganti minyak tanah. Minyak nabati ini juga dikenal sebagai minyak kasar karena belum mengalami proses pemurnian dan hanya mengalami proses penyaringan

**Blok Perbanyak Benih** adalah tempat memperbanyak Benih Pokok menjadi Benih Sebar, untuk memenuhi langsung keperluan petani konsumen benih.

**Buah**, merupakan produk tanaman dengan bau aromatis yang manis secara alami atau umumnya dimaniskan terlebih dahulu sebelum dimakan. Secara botani, buah diartikan

sebagai ovary yang matang mengandung biji dan kadangkala beberapa bagian yang berkembang lainnya.

**Buah**, merupakan produk tanaman dengan bau aromatis yang manis secara alami atau umumnya dimaniskan terlebih dahulu sebelum dimakan. Secara botani, buah diartikan sebagai ovary yang matang mengandung biji dan kadangkala beberapa bagian yang berkembang lainnya.

**Bunga** adalah struktur termodifikasi (reproduktif) dari pucuk apical dari tanaman angiosperme, yang secara langsung atau tidak langsung terlibat dalam reproduksi seksual. Terdiri atas sepal, petal, stamen, dan karpel yang secara struktural membentuk mahkota bunga.

**Daya kecambah**, kemampuan benih untuk tumbuh menjadi kecambah normal dalam kondisi pengujian optimum sesuai dengan metode baku, dinyatakan dalam persen.

**Differensiasi**, perkembangan satu sel menjadi beberapa sel, bersama-sama dengan terjadinya modifikasi dari sel baru untuk membentuk atau menghasilkan fungsi tertentu.

**Dormansi**, tahap dimana benih/bibit/bahan perbanyakan berhenti tumbuh karena lingkungan tumbuh yang tidak sesuai

**Draenase**, gerakan air meninggalkan sistim perakaran dan media tumbuh (area pertanaman). Drainase, sistem pembuangan air tanah atau air permukaan baik melalui cara alami maupun buatan

**Embrio**, tanaman immature (belum matang dan berukuran kecil) yang ada di dalam biji.

**Embriogenesis**, proses pembentukan embrio.

**Endosperma**, jaringan triploid dalam kantong embrio yang mengelilingi embrio dalam biji. Endosperma terbentuk dari penyatuan dua inti polar dengan satu gamet jantan.

**Energi hijau**, sumber daya yang berasal dari tumbuhan yang dilambangkan dengan warna hijau.

**Energi terbarukan**, energy yang berasal dari bahan yang ditanam (tumbuhan) yang dibudidayakan oleh manusia dan selanjutnya dipanen dan diolah menjadi bahan bakar secara berkesinambungan.

**Energi**, diartikan sebagai daya pembangkit gerak.

**Epigeal**, perkecambahan biji yang diikuti oleh munculnya kotiledon di atas permukaan tanah karena dorongan/akibat perpanjangan hipokotil.



- Epikotil**, batang yang berada di atas daun kotiledon daripada bibit/semai/kecambah.
- Etiolasi**, pertumbuhan dengan kondisi kurang klorofil yang dikarenakan kekurangan cahaya. Atau pertumbuhan pemanjangan suatu batang (cabang dan ranting) akibat kurang mendapatkan cahaya matahari.
- Fosil Fuel**, sumber bahan bakar minyak yang berasal dari kerak bumi
- Fotosintat**, atau sering disebut pula sebagai asimilat, yaitu hasil dari fotosintesis seperti karbohidrat yang disimpan sebagai cadangan makanan.
- Gen**, bagian dari DNA (deoxyribonukleat acid) dari suatu kromosom yang menentukan keturunan.
- Generatif**, suatu periode pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman yang dicirikan oleh adanya pembentukan organ generatif seperti bunga maupun buah.
- Generatif**, suatu periode pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman yang dicirikan oleh adanya pembentukan organ generatif seperti bunga maupun buah.
- Genotipe**, komposisi genetik dari suatu tanaman
- Heterozigot**, sel atau organisme yang memiliki allele yang berbeda pada lokus tertentu dari kromosom yang homolog.
- Hipokotil** sendiri adalah batang di bawah daun kotiledon pada kecambah/semai.
- Homozigot**, individu diploid ataupun poliploid yang memiliki allele yang identik pada kromosom yang homolog.
- Induksi**, inisiasi dari suatu proses khusus yang menghasilkan perkembangan dari suatu organ.
- Isolasi pertanaman**, jarak minimal yang harus dipenuhi antara suatu kebun benih dengan pertanaman sejenis di sekelilingnya pada musim tanam yang sama.
- Izin** adalah pemberian kewenangan oleh pejabat yang berwenang kepada perorangan, badan hukum atau instansi pemerintah untuk melakukan kegiatan produksi, sertifikasi, pelabelan dan/atau peredaran benih.
- Juvenil**, suatu periode vegetatif dari suatu tanaman yang menandakan tanaman masih muda, belum memasuki pembungaan. Sering pula disebut sebagai juwana atau belia, masa dalam kehidupan tanaman sebelum pembungaan terjadi dan pada periode tersebut pembungaan dapat diinduksi.

**Kadar air benih**, kandungan air yang terdapat dalam benih, dinyatakan dalam persen terhadap berat awal.

**Kanopi**, adalah suatu istilah yang sama artinya dengan tajuk, yaitu sistim percabangan berikut daunnya pada suatu tanaman.

**Kebun induk**, kebun (pertanaman) yang dibangun sesuai dengan kaidah-kaidah pembenihan dengan tujuan untuk memproduksi benih.

**Kebun Benih Semai (KBS)**, yaitu sumber benih yang dibangun dari biji berasal dari pohon plus (pohon pilihan yang berpenampilan bagus).

**Kebun Benih Klon (KBK)**, yaitu sumber benih yang dibangun dari bahan vegetatif (selain biji misal: batang, daun atau akar) dari pohon plus.

**Kebun Benih Pangkas (KP)**, yaitu sumber bahan vegetatif (untuk setek atau kultur jaringan) yang dibangun dari bahan generatif (biji) atau vegetatif dari pohon yang berasal dari KBK atau KBS.

**Kemurnian fisik benih**, jumlah benih murni terhadap contoh benih uji, yang ditetapkan berdasarkan metode baku, dinyatakan dalam persen.

**Kesehatan benih**, kondisi benih yang secara visual maupun laboratorium menggambarkan bahwa benih tersebut terdapat atau tidak terdapat tanda-tanda serangan hama dan penyakit di dalamnya.

**Klon**, sekelompok turunan tanaman (*offspring*) yang diperoleh dari perbanyakan vegetatif. Satu individu dari klon disebut sebagai **ramet**. Upaya untuk menghasilkan klon disebut sebagai **Cloning**.

**Malai = tandan = infloresen**, adalah sekumpulan bunga yang tumbuh dan berkembang pada satu aksis (tangkai bunga)

**Malnutrisi**, menurut Depkes RI (1999), mendefinisikan sebagai keadaan terang gizi yang disebabkan oleh rendahnya konsumsi energi dan protein dalam keadaan sehari-hari sehingga tidak memenuhi dalam angka kecukupan gizi. Sedangkan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), mendefinisikan sebagai “ketidakseimbangan seluler antara pasokan nutrisi dan energi dan kebutuhan tubuh terhadap mereka untuk menjamin pertumbuhan, pemeliharaan, dan fungsi tertentu.”

memenuhi standar mutu kelas Benih Dasar.

- Meristem**, satu kelompok sel yang sangat aktif membelah. Biasanya terjadi pada ujung akar, ujung pucuk, dan pada kambium.
- Mutu benih**, gambaran karakter menyeluruh dari benih yang meliputi mutu fisik, mutu genetis, mutu fisiologis, dan atau kesehatan benih.
- Mutu fisik benih**, yaitu mutu benih yang berkaitan dengan sifat fisik seperti ukuran, keutuhan, kondisi kulit, dan kerusakan kulit benih akibat serangan hama dan penyakit atau perlakuan mekanis.
- Mutu fisiologis benih**, yaitu mutu benih yang berkaitan dengan sifat fisiologis, misalnya kemampuan berkecambah.
- Mutu genetik benih**, yaitu mutu benih yang berkaitan dengan sifat yang diturunkan dari pohon induknya.
- Naungan**, atap, penutup bidang atas tanaman untuk mengurangi atau menutup sama sekali dari pencahayaan
- Organ**, bagian dari tanaman yang mempunyai fungsi khusus seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan sebagainya.
- Pengedar benih bina** adalah setiap orang, badan hukum atau instansi pemerintah yang melakukan kegiatan atau serangkaian kegiatan dalam penyaluran benih bina kepada masyarakat, baik untuk diperdagangkan maupun tidak diperdagangkan.
- Penyemaian**, suatu proses, cara, atau perbuatan menyemaikan.
- Peredaran** adalah kegiatan atau serangkaian kegiatan dalam penyaluran benih bina di dalam negeri, baik untuk diperdagangkan maupun tidak diperdagangkan.
- Perkecambahan**, proses selama kejadian sejak biji menyerap air dan kemudian diikuti oleh munculnya radikel (bakal akar) dari kulit biji.
- Pohon induk**, tanaman yang diperoleh dari proses seleksi dan pemuliaan yang telah ditetapkan sebagai sumber benih.
- Produksi benih bina** adalah usaha yang terdiri atas serangkaian kegiatan untuk menghasilkan benih bina.
- Produsen benih bina** adalah perorangan, badan hukum atau instansi pemerintah yang melakukan proses produksi benih bina.
- Seleksi** atau rouging, tindakan untuk mencabut atau menghilangkan tipe simpang dan memusnahkan tanaman sakit dalam kebun benih.
- Semai** atau **semaian**, benih tumbuhan (yang sudah berkecambah) yang akan ditanam lagi sebagai bibit di

tempat lain seperti polybag dan lain sebagainya. **menyemai**, menanam atau (menaburkan) benih (biji-bijian) di tempat yang tersedia untuk menghasilkan bibit tanaman yang akan ditanam lagi di tempat lain. **pesemaian atau persemaian**, tempat menyemai(kan) bibit pohon (biji-biji atau bahan tanam lainnya).

**Sertifikasi benih** adalah rangkaian kegiatan pemberian sertifikat benih oleh lembaga sertifikasi melalui pemeriksaan lapangan, pengujian laboratorium, pengawasan, dan telah memenuhi semua persyaratan untuk diedarkan.

**Sertifikasi**, proses pemberian sertifikat benih tanaman setelah melalui pemeriksaan, pengujian, dan pengawasan, serta memenuhi semua persyaratan untuk diedarkan.

**Sertifikat** adalah keterangan tentang telah terpenuhinya persyaratan mutu yang diberikan oleh lembaga sertifikasi pada kelompok benih yang disertifikasi atas permintaan produsen benih.

**Standar mutu benih**, spesifikasi teknis yang baku sebagai indikator penilaian mutu benih yang mencakup mutu fisik, mutu genetis, mutu fisiologis, dan atau kesehatan benih.

**Stek**, potongan atau bagian vegetatif tanaman (akar, batang, daun) yang digunakan untuk bahan perbanyakan tanaman bersangkutan.

**Sumber benih** adalah tempat dimana kelompok benih diproduksi atau asal dari mana benih dikumpulkan, dapat berupa sejumlah pohon terpilih pada suatu hamparan lahan (misal pohon-pohon yang dipilih di lahan petani atau pohon-pohon yang dipilih di hutan alam), atau sekelompok pohon yang tumbuh bersama dalam satu area.

**Tegakan benih teridentifikasi (TBT)**, yaitu sumber benih yang tegakannya memiliki mutu seperti tegakan rata-rata. Tegakan benih ini ditunjuk dari hutan alam atau hutan tanaman. Lokasinya terdata dengan tepat.

**Tegakan benih terseleksi (TBS)**, yaitu sumber benih yang berasal dari TBT. Mutu tegakannya lebih baik dari tegakan rata-rata.

**Tegakan benih provenan (TBP)**, yaitu sumber benih yang dibangun dari benih yang dikumpulkan dari daerah sebaran asli (provenan).

**Varietas** atau **klon**, bagian dari suatu jenis yang ditandai oleh bentuk tanaman, pertumbuhan, daun, tangkai daun, pucuk

daun, bunga, biji, buah, dan sifat-sifat lainnya yang dapat dibedakan/membedakan dalam jenis yang sama.

**Varietas lain** atau **tipe simpang**, tanaman yang menunjukkan karakter yang menyimpang atau berbeda dari deskripsi varietas.

**Varietas unggul** adalah varietas yang telah dilepas oleh pemerintah, baik berupa varietas unggul baru maupun varietas lokal yang mempunyai kelebihan dalam potensi hasil dan/atau sifat-sifat lainnya.

**Zat pengatur tumbuh**, suatu substansi baik alami maupun sintetik yang secara fisiologis dapat mengatur arah pertumbuhan dan perkembangan (merangsang ataupun menghambat) suatu tanaman. Berdasarkan fungsi fisiologisnya, terdapat berbagai macam jenis zat pengatur tumbuh seperti auksin, gibberillin, sitokinin, etilen, dan lain sebagainya.



**Bambang Budi Santoso**, dilahirkan di Mataram, pada 10 Juni 1963. Seluruh pendidikannya diselesaikan di Kota Mataram, Lombok, NTB. Sarjana Pertanian (Agronomi) diperoleh pada 1987 di Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Pendidikan Master pada bidang Integrated Agriculture ditempuhnya di Faculty of Tropical and Sub-Tropical Agriculture (Agronomy and Plant Breeding Institute), George August University of Goettingen, Germany pada 1997. Pendidikan program Doktor diselesaikan pada Desember 2008 pada bidang Agronomi di Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. Ilmunya diterapkan di Fakultas Pertanian Universitas Mataram sebagai staf pengajar di Jurusan Budidaya Pertanian, sejak 1988. Buku berjudul Biji dan Teknologi Benih Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) ini merupakan buku yang diterbitkan pada 2018, setelah buku-buku sebelumnya seperti Pembibitan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) pada 2017, Pembungaan Tanaman Jarak Pagar Nusa Tenggara Barat pada 2015, Grafting-Teknik Memperbaiki Produktivitas Tanaman Jarak Pagar pada 2013, Tinjauan Agronomi dan Teknologi Budidaya Jarak Pagar pada 2011, Deskripsi Botani Jarak Pagar pada 2011, dan Pembiakan Vegetatif dalam Hortikultura pada 2010, serta Fisiologi dan Teknologi Pascapanen Hortikultura, pada tahun 1995.



**I Gusti Made Arya Parwata**, dilahirkan di Perasi, Karangasem, Bali pada 26 Maret 1963. Pendidikan dasar-menengah diselesaikan di Karangasem, Bali. Lulus sebagai sarjana Pertanian (Agronomi) pada Fakultas Pertanian Universitas Mataram pada 1987. Gelar Master bidang Agriculture (Seed Technology) diraih dari School of Natural Resources and Veterinary Science, The University of Queensland, Australia pada 2001. Program Doktor bidang Agronomi diselesaikan pada Sekolah Pascasarjana UGM, Yogyakarta pada Januari 2011. Hingga saat ini, sebagai Dosen Tetap Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Buku berjudul Biji dan Teknologi Benih Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) ini merupakan buku keempat yang ditulis bersama penulis pertama setelah buku berjudul Pembibitan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lam.), Pembungaan Tanaman Jarak Pagar NTB pada 2015, dan buku Grafting-Teknik Memperbaiki Produktivitas Tanaman Jarak Pagar pada 2013.



Penerbit ARGA PUJI  
Jl. Berlian Raya, Klaster Rinjani 11, BSA 2,  
Belincong, Gunung Sari, Lombok Barat NTB  
e-mail: sasakrengganis@gmail.com  
web site: www.argapuji.com

