



**PEMBUNGAAN**  
**TANAMAN JARAK PAGAR**  
**NUSA TENGGARA BARAT**

**Bambang Budi Santoso**  
**I Gst. Made Arya Parwata**

# KATA PENGANTAR

Sehubungan dengan pentingnya jarak pagar sebagai salah satu alternatif pemecahan masalah krisis bahan bakar minyak, maka diperlukan pengembangan tanaman jarak pagar menjadi tanaman yang bernilai ekonomis. Untuk mempersiapkan teknologi budidaya dan juga untuk mendapatkan jenis-jenis unggul dari populasi ekotipe maupun genotipe yang ada di alam maka eksplorasi pada aspek botani seperti fenologi pembungaan terhadap aksesori tersebut perlu dilakukan.

Fenologi adalah ilmu tentang periode fase-fase yang terjadi secara alami pada tumbuhan dan dipengaruhi oleh faktor genetik dan keadaan lingkungan sekitar. Fenologi perbungaan suatu jenis tanaman adalah salah satu karakter penting dalam siklus hidup tanaman karena pada fase itu terjadi proses awal bagi suatu tanaman untuk berkembang biak. Suatu tanaman sudah pasti akan memiliki perilaku yang berbeda-beda pada pola perbungaan dan perbuahannya, akan tetapi pada umumnya diawali dengan pemunculan kuncup bunga dan diakhiri dengan pematangan buah.

Kehadiran buku ini, kami maksudkan untuk memperkaya literatur mengenai tanaman jarak pagar sebagai dasar penyilangan maupun pengembangan tindak agronomi dalam budidaya tanaman ini. Buku ini berisikan uraian aspek botani bunga dan pembungaan tanaman jarak pagar, serta pentingnya pengetahuan aspek pembungaan jarak pagar. Uraian beberapa faktor pembatas pembungaan juga diuraikan dalam buku ini. Jarak pagar yang dimaksud adalah jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) genotipe Nusa Tenggara Barat. Bahan tulisan buku ini sebagian besar adalah merupakan hasil penelitian penulis melalui skim Penelitian Fundamental yang dibiayai dengan Dana DIPA Universitas Mataram Tahun Anggaran 2015, Nomor 023.04.1.673453/2015, Tanggal 03 Maret 2015.

Hal yang pasti, ibarat tak ada gading yang tak retak, maka karya ini adalah sebuah karya manusia yang pasti

pula akan ada banyak kekurangannya. Penulis menyadari hal itu. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat diharapkan. Namun, dengan kehadirannya yang sederhana dan adanya kekurangan, dengan kerendahan hati dan 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 jarak pagar di Indonesia, bahkan meneliti tanaman jarak pagar lebih lanjut. Selain itu, semoga informasi yang ada dalam buku ini bermanfaat bagi pengembangan bahan baku energi alternatif yang terbarukan sehingga dapat memperkuat Ketahanan Nasional di bidang energi.

Mataram, Januari 2016

Penulis,

Bambang Budi Santoso

I Gusti Made Arya Parwata

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

I. PENDAHULUAN

- A. Tanaman Jarak Pagar
- B. Sekilas Tanaman Jarak Pagar Sebagai Sumber Bahan Bakar Minyak
- C. Pentingnya Pengetahuan Biologi Bunga Tanaman Jarak Pagar

II. BUNGA

- A. Tinjauan Umum Bunga
  - 1. Pengertian Bunga
  - 2. Fungsi Bunga
  - 3. Morfologi Bunga
- B. Biologi Bunga
  - 1. Tinjauan Umum Biologi Bunga Tanaman Jarak Pagar
  - 2. Biologi Bunga Tanaman Jarak Pagar Genotipe Nusa Tenggara Barat

III. PEMBUNGAAN TANAMAN JARAK PAGAR

- A. Pengertian Pembungaan
- B. Pembungaan Tanaman Jarak Pagar
  - 1. Pembungaan Tanaman Jarak Pagar pada Umumnya
  - 2. Pembungaan Tanaman Jarak Pagar Genotipe Nusa Tenggara Barat

IV. FAKTOR PEMBATAS PEMBUNGAAN

- A. Kegagalan Penyerbukan
- B. Faktor Fisiologis Pertumbuhan
- C. Faktor Biologis
- D. Faktor Fisik

- E. Faktor Iklim
- F. Praktek Budidaya

DAFTAR PUSTAKA  
DAFTAR ISTILAH  
INDEK

# PENDAHULUAN

## **Isi Bab**

Pada Bab Pendahuluan ini berisikan penjelasan mengenai tanaman jarak pagar, dan kemudian mengapa tanaman jarak pagar digunakan sebagai sumber bahan bakar minyak alternatif. Bab ini juga berisikan tentang uraian pentingnya pengetahuan biologi bunga tanaman jarak pagar.

## **Tujuan Bab**

Setelah membaca dan mempelajari isi Bab 1 ini, pembaca diharapkan akan mampu:

- Menjelaskan apa yang dimaksud dengan tanaman jarak pagar,
- Menjelaskan bahwa tanaman jarak pagar dapat digunakan sebagai alternatif sumber bahan bakar minyak,
- Menjelaskan betapa pentingnya pengetahuan biologi bunga dalam pengembangan tanaman jarak pagar sebagai alternatif sumber bahan bakar minyak.

## A. Tanaman Jarak Pagar

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) telah lama dikenal oleh bangsa Indonesia, yaitu semenjak masa penjajahan Jepang pada tahun 1942. Nama jarak pagar di masing-masing daerah berbeda sebutan dan istilahnya. Dalam bukunya, Santoso (2010) menguraikan nama-nama atau istilah daerah untuk jarak pagar di kawasan Indonesia, sebagai berikut, di Aceh (nawaih nawas), Minangkabau (jirak), Sunda (jarak kosta atau jarak kusta atau jarak budeg dan kalake pagar), Madura (kalakhe paghar), Jawa (jarak gundul, jarak cina, jarak iri, jarak pager), Bali (jarak pager), Nusa Tenggara Barat (lulu nau, lulu air fula, paku luba, paku lunak, jarak pageh), Timor (paku kase), Alor (kuman nema), Rote (lulunan), Sulawesi (jarak kosta, jarak wolanda, tondoutomene, bindalo) khususnya di Gorontalo (bindalo), di Manado (balacai), di Makasar (tangang tangang kali atau tangang tangang kanjoli), dan Maluku (muun mav, ai huwa kamala, ai kamala, ai hua kamaalo, jai huakamalo, balacai, kadoto, balacai hisa).

Santoso (2010) menjelaskan pula bahwasannya tanaman jarak pagar dibawa oleh orang Jepang ke Indonesia. Ini berarti bahwa tanaman jarak pagar bukan tanaman asli Indonesia walaupun kenyataannya tanaman telah tersebar hampir di pelosok negeri. Tanaman jarak pagar juga menyebar di berbagai belahan dunia, yaitu di Mexico (*pinoncillo* dan nama-nama lainnya seperti *cuauixtli*, *kusekeey*, *axti*, *codice florentino*), di Prancis (*pourghere*, *pignon d'linde*), di Inggris (*physic nut*, *purging nut*), di Portugis (*purgueira*), di Italia (*fagiola d'India*), di Belanda (*purgeernoot*), di Jerman (*purgiernuss*, *brechnuss*), di Arab (*dand barri*, *habel meluk*), di Cina (*yu-lu-tzu*), di Thailand (*sabudam*), di Philipina (*tubang bakod*), di Sinegal (*tabanani*), di Angola (*mupulaka*), di Brazil (*mundubi-assu*), di Peru (*pinol*), di Guatemala (*pinon*), dan di India (*kananaeranda*, *parvataranda*, *jangliarandi*, *safedarand*, *jamal gota*, *ratan jota*, *telgu*, *kadala manakku*, dan *jahazigoba*).

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan tanaman berupa perdu atau pohon yang dapat mencapai

ketinggian antara 1-5 meter dengan sistim percabangan tidak teratur. Tanaman Jarak pagar dapat tumbuh mulai dari daerah beriklim sangat kering hingga sangat basah dan lahan marginal, namun demikian untuk dapat berproduksi baik tanaman tetap membutuhkan batas-batas kondisi ekosistem tertentu. Di Nusa Tenggara Barat, bahkan seluruh wilayah Indonesia, tanaman ini tumbuh di berbagai daerah sebagai pagar pembatas halaman maupun kebun.

Tanaman jarak pagar yang diklaim sebagai salah satu tanaman sumber alternatif bahan bakar, di Indonesia telah tumbuh di berbagai pelosok daerah sebagai pagar pembatas halaman maupun kebun. Terpilihnya jarak pagar sebagai sumber bahan bakar biodiesel atau bahan bakar nabati karena pengembangannya bersifat ramah lingkungan dan dapat diperbaharui dibandingkan dengan solar atau petroleum diesel, dapat hidup pada lahan kritis yang tidak ditanami tanaman pangan sehingga dapat sekaligus sebagai tanaman konservasi, sehingga pengembangannya akan berdampak luas terhadap aspek ekonomi masyarakat, serta meningkatkan keamanan lingkungan melalui pengurangan produksi polutan akibat penggunaan bahan bakar fosil (Santoso, 2009). Pemanfaatan bahan bakar ramah lingkungan harus dilakukan dan hal ini sesuai dengan komitmen Protokol Kyoto dan Mekanisme Pembangunan Bersih. Oleh karena itu, dalam Peraturan Presiden No. 1 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, Jarak pagar (*Jatropha curcas* L) ditetapkan sebagai salah satu sumber Bahan Bakar Nabati tersebut.

## **B. Sekilas Jarak Pagar Sebagai Sumber Bahan Bakar Minyak**

Kebutuhan masyarakat terhadap energi semakin meningkat. Sampai saat ini, kebutuhan tersebut dipenuhi sebagian besar dari energi fosil. Masalah pemenuhan energi tersebut semakin serius ketika cadangan minyak dunia baik yang sudah maupun yang belum dieksplorasi semakin dan akan terus menipis. Saat ini, lebih dari sepuluh juta kiloliter setiap tahun minyak tanah



dikonsumsi masyarakat miskin yang daya belinya tak kunjung membaik. Penggunaan energi fosil terus menerus akan mengakibatkan eksploitasi sumber daya alam yang ekstensif dan membahayakan kelestarian alam, di samping persediaan yang semakin menipis. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif pengganti minyak bumi yang tidak berasal dari fosil. Primadona baru di bidang sumber energi nabati sebagai alternatif atau pengganti dari minyak bumi adalah biofuel dari jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Tanaman jarak pagar relatif mudah untuk dibudidayakan. Bahkan tanaman ini dapat ditanam pada lahan kritis. Penanaman jarak pagar di lahan kritis diklaim akan mengatasi problem lingkungan yang luas.

Terkait dengan kondisi dan masalah kebutuhan energi berupa minyak bakar di Indonesia, maka Indonesia sudah seharusnya mengembangkan sumber-sumber energi (minyak) alternatif. Pada sisi lain adalah bahwa harga minyak di pasar internasional semakin tidak menentu (lebih sering tinggi) sedangkan kemampuan mensubsidi harga minyak tersebut semakin memperumit persoalan Anggaran Pendapatan Belanja Negara (berkurang). Selain daripada itu, cadangan minyak bumi yang dimiliki semakin menipis dan tidak dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat sepanjang tahun.

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 industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, dan perikanan). Oleh karena itu, maka BBN adalah salah satu bentuk final bioenergi yaitu energi yang diperoleh atau dibangkitkan atau berasal dari biomassa.

Bahan bakar nabati tersedia dalam berbagai bentuk, yaitu cair, gas, dan padat. BBN cair yang telah dikembangkan meliputi biodiesel, bioetanol, dan bioavtur. BBN berbentuk gas meliputi biogas dan biohidrogen. Sedangkan BBN padat dapat berupa biopelet, biobrik, ataupun bentuk arang lainnya.

Bahan bakar nabati berbentuk cair merupakan bahan bakar nabati yang bernilai strategis bagi keterjaminan pasokan energi nasional atau *energy security*, dan paling tinggi nilai ekonominya. Karena itulah maka BBN cair dewasa ini lebih populer dan pengembangan industrinya sangat diperhatikan oleh sebagian besar negara.

Jadi, tidak dapat dipungkiri bahwa tanaman jarak pagar merupakan salah satu tanaman sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti solar dan merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan. Tanaman jarak pagar menjadi pilihan yang layak karena tanaman jarak pagar dapat hidup di lahan kritis. Keberadaan lahan kritis mencapai enam juta hektar di wilayah Indonesia Timur dapat digunakan untuk pengembangan jarak pagar. Pembukaan lahan untuk pengembangan tanaman jarak pagar diharapkan dapat menciptakan lapangan kerja maupun konservasi. Sehubungan dengan semakin meningkat kebutuhan BBM, tanaman ini dapat menjadi tambahan sumber minyak.

Minyak hasil pengepresan biji secara sederhana dapat langsung digunakan sebagai minyak bakar sebagai pengganti minyak tanah. Minyak yang diperoleh bila melalui proses kimiawi seperti esterifikasi akan menghasilkan bahan bakar serupa solar, yang kemudian dikenal sebagai biodisel.

Manfaat minyak biji jarak pagar sebagai bahan bakar kendaraan pertama kali dilakukan pada pertengahan tahun 2004 oleh suatu perusahaan otomotif Daimler Chrysler pada mobil Mercedes-Benz, dalam kondisi lingkungan yang ekstrim di India. Bahan bakar tersebut kemudian diberi nama dagang SunDiesel. Sementara itu di Indonesia pengembangan minyak biji jarak pagar mulai intensif secara ilmiah dilakukan oleh peneliti dari Institut Teknologi Bandung, Dr. Robert Manurung, dan mendapatkan dukungan dari Mitsubishi Research Institute (Miri) dan New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) dari Jepang.

Minyak jarak pagar (CJO = *Crude Jatropha Oil*) dapat juga digunakan sebagai pengganti minyak tanah untuk kompor minyak tanah bertekanan (pompa) dan lampu petromaks. Sedangkan PPO (*Pure Plant Oil*) dari biji jarak pagar dapat digunakan sebagai pengganti solar.

Sisa atau limbah pemerasan biji tentunya adalah berupa ampas atau bungkil atau *cake* yang dapat dibuat briket, yaitu bahan bakar yang berwujud padat. Briket bungkil jarak pagar dibuat dengan mencampurkan bungkil jarak pagar yang telah dikeringkan dan dihaluskan dengan bahan tambahan berupa arang sekam.

Biodiesel dari minyak jarak pagar dapat dihasilkan melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi minyak jarak pagar dengan alkohol. Melalui proses ini dari sejumlah 1 kg bahan baku minyak jarak pagar dapat dihasilkan sekitar 1 liter biodiesel beserta produk sampingannya berupa gliserol. Biodiesel yang dihasilkan dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar mesin diesel yang pemanfaatannya masih perlu dicampur dengan solar. Saat ini, sudah ada beredar atau diperjualbelikan bahan bakar biodisel dengan istilah B5, yang artinya campuran biodisel 5% dan solar 95%. Demikian sejumlah 10% biodisel dan 90 solar untuk B10, dan seterusnya untuk B20, B50, dan B100.

Pengembangan jenis bahan bakar minyak ini sangat menjanjikan dan memiliki prospek keekonomian yang menguntungkan. Peluang pasar BBN terbuka karena pemerintah, melalui PerMen ESDM Nomor 32 tahun 2008, mewajibkan pemakaian BBN di dalam negeri secara bertahap. PerMen ESDM tersebut juga menyatakan bahwa pasokan BBN harus diutamakan berasal dari produksi domestik. Produksi BBN di Indonesia, untuk memenuhi kebutuhan domestik saja, diperkirakan harus meningkat dari nihil di tahun 2006 menjadi 24 juta m<sup>3</sup> di tahun 2025 (18 juta m<sup>3</sup> biodiesel, 6 juta m<sup>3</sup> bioetanol). Peluang pasar ekspor juga terbuka karena berbagai negara maju (terutama Uni Eropa) mentargetkan peningkatan pemanfaatan BBN akan tetapi kemampuan produksinya terbatas.

Terkait dengan pengembangan atau perbaikan genetik tanaman jarak pagar provenan atau genotipe Nusa Tenggara Barat sebagai bahan tanaman yang memiliki keunggulan dalam tingkat produksi dan kandungan minyak, lebih lanjut telah dilakukan seleksi massa dari populasi yang ada dan berasal dari daerah Nusa Tenggara Barat. Seleksi massa menghasilkan populasi genotipe unggul terperbaiki (*improved population*) yang kemudian diidentifikasi sebagai IP-1 NTB. Seleksi massa terhadap IP-1 NTB kemudian menghasilkan IP-2 NTB, yang memiliki potensi hasil sekitar 4 ton/ha/tahun setelah tanaman berumur 4 tahun. Hasil pengembangan genotipe unggul ini masih perlu dilakukan lebih lanjut untuk menghasilkan tanaman dengan potensi hasil lebih 5 ton/ha/tahun (Santoso *et.al.*, 2011a; Santoso *et.al.*, 2011b ). Berikut Tabel 1 memaparkan perkembangan perolehan (potensi) hasil biji kering dari jarak pagar genotipe NTB dan hasil seleksinya (IP-1 NTB dan IP-2 NTB). Potensi hasil IP-2 NTB diprediksi akan mencapai lebih 5 ton/Ha pada tahun ke-4 siklus produksinya.

Tabel 1. Potensi hasil jarak pagar genotipe unggul Nusa Tenggara Barat

Umur Tanaman	Hasil Biji/Ha (kg)		
	Rata-rata Genotipe NTB	IP-1 NTB	IP-2 NTB
1 tahun	600-647	650-730	730-780
2 tahun	1.088-1.200	1.250-1.600	1.579-1.873
3 tahun	2.495-2.600	2.675-2.998	2.824-3.558
4 tahun	3.890-4.609	4.012-5.019	-
5 tahun	5.610-6.610	-	-

### C. Pentingnya Pengetahuan Biologi Bunga Tanaman Jarak Pagar

Tanaman jarak pagar adalah salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti minyak bakar. Minyak tersebut

berada atau terkandung dalam biji jarak pagar, sedangkan produksi biji sangat ditentukan pada tahap pembungaan dan kemudian pembuahan (*fruit set*). Oleh karena itu, pemahaman fenologi pembungaan tanaman ini merupakan salah satu kunci sukses dalam budidayanya.

Fenologi pembungaan adalah ilmu tentang periode fase-fase pembungaan dan pembuahan yang terjadi secara alami pada tumbuhan yang sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitar, seperti lamanya penyinaran, suhu dan kelembaban udara maupun berperan pula faktor genetik dari tanaman bersangkutan (Fewless, 2006). Fenologi perbungaan suatu jenis tumbuhan adalah salah satu karakter penting dalam siklus hidup tumbuhan karena pada fase itu terjadi proses awal bagi suatu tumbuhan untuk berkembang biak (menghasilkan biji). Suatu tumbuhan akan memiliki perilaku yang berbeda-beda pada pola pembungaan dan pembuahannya (Tabla dan Vargas, 2004). Demikian pula halnya jarak pagar yang pada dasarnya terdapat perbedaan (variasi genetik) yang cukup tinggi di antara genotipe-genotipe yang ada (Mishra, 2009; Kaushik *et.al.*, 2007).

Pembungaan jarak pagar perlu dipelajari dengan baik agar diperoleh dasar bagi usaha perakitan jenis-jenis unggul dan sekaligus sebagai dasar usaha budidaya untuk menghasilkan buah (biji) yang lebih banyak dan menguntungkan. Ratree (2004) dan Mandal (2005) menyatakan bahwa dalam program pengembangan tanaman jarak pagar diperlukan kajian yang sistematis seperti ekplorasi dan koleksi plasma nutfah, studi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, biologi reproduksi, seleksi dan uji kesesuaian agroklimat serta beberapa aspek budidaya tanaman jarak. Pemahaman yang baik terhadap aspek pembungaan dan pembuahan tentunya akan memudahkan untuk melakukan perbaikan dan penerapan teknik budidaya maupun manipulasi terhadap beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembungaan dan pembuahan tersebut yang pada akhirnya akan diperoleh peningkatan kuantitas maupun kualitas hasil.

Produksi yang rendah disebabkan karena bunga jarak pagar mudah rontok (Mahmud, 2006), jumlah bunga betina yang sangat sedikit dibandingkan bunga jantan untuk setiap malai bunga (Wang and Ding, 2012; Santoso *et.al.*, 2011a). Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya perubahan *fruit setting* (pembentukan buah per malai) pada dan selama proses pembuahannya (Luo *et al.* 2007).

Pengetahuan yang komprehensif terhadap biologi pembungaan jarak pagar akan mencerminkan tingkat mudah-sulitnya reproduksi tanaman baik secara alam maupun pada kondisi budidaya. Karakterisasi fenologi pembungaan tanaman ini perlu untuk diketahui dengan baik. Melalui pemahaman terhadap aspek pembungaan dan pembuahan, maka usaha perbaikan dan penerapan teknik budidaya maupun manipulasi terhadap pertumbuhan dan perkembangan bunga sekaligus buah serta beberapa faktor yang mempengaruhinya dapat dilakukan untuk memperoleh peningkatan kuantitas maupun kualitas hasil.

Jika hasil pemahaman fenologi pembungaan tanaman jarak pagar memberikan informasi bahwa rasio bunga betina terhadap bunga jantan rendah, maka teknis budidaya yang diarahkan untuk meningkatkan hasil buah tidak akan berhasil dengan memuaskan. Sebaliknya jika secara potensi genetik rasio tersebut tinggi, namun hasil buah yang diperoleh rendah, hal tersebut mengindikasikan bahwa terjadi keguguran bunga atau persentase bunga jadi buahnya rendah. Dengan memahami pada tahapan mana terjadi keguguran bunga atau buah tersebut, tentunya akan dapat dengan mudah mengembangkan teknik mempertinggi persentase bunga jadi buah, yang pada akhirnya akan dapat meningkatkan perolehan hasil.

# BUNGA

## **Isi Bab**

Pada Bab 2 ini berisikan penjelasan mengenai pengertian istilah bunga sekaligus bagian-bagian bunga, fungsi bunga, dan morfologi bunga. Penjelasan selanjutnya mengenai biologi bunga tanaman jarak pagar pada umumnya dan biologi bunga tanaman jarak pagar genotipe Nusa Tenggara Barat.

## **Tujuan Bab**

Setelah membaca dan mempelajari isi Bab 2 ini, pembaca diharapkan akan mampu:

- Menjelaskan istilah dari bunga,
- Menjelaskan morfologi dan bagian-bagian bunga,
- Menjelaskan fungsi bunga,
- Menjelaskan biologi bunga tanaman jarak pagar pada umumnya, dan
- Menjelaskan biologi bunga tanaman jarak pagar genotipe Nusa Tenggara Barat.

## **A. Tinjauan Umum Bunga**

### **1. Pengertian Bunga**

Bunga yang istilah latinnya disebut sebagai *flos*, dan dalam istilah Indonesia sering dikenal sebagai kembang adalah struktur reproduksi seksual pada tumbuhan berbunga (divisio Magnoliophyta atau Angiospermae = tumbuhan berbiji tertutup). Pada bunga terdapat organ reproduksi (benang sari dan putik). Secara botani, terdapat bunga majemuk atau inflorescence, yaitu kumpulan bunga-bunga yang terkumpul dalam satu karangan bunga yang disebut sebagai *floret*.

Pada dasarnya bunga adalah batang dan daun yang termodifikasi. Pembentukan bunga dikendalikan secara genetik dan pada banyak jenis tumbuhan diinduksi oleh perubahan lingkungan tertentu, seperti suhu rendah, lama pencahayaan, dan juga ketersediaan air.

Terbentuknya bunga (proses pembungaan) pada suatu tanaman bukanlah hal yang sederhana dikatakan adanya perubahan bentuk dan fungsi dari batang dan daun. Perubahan tersebut melibatkan suatu proses yang kompleks. Tunas yang mengalami perubahan bentuk menjadi bunga itu biasanya adalah batangnya yang kemudian terhenti pertumbuhannya. Perubahan tersebut kemudian menjadi tangkai dan dasar bunga sedangkan daun-daunnya sebagian tetap bersifat seperti daun hanya bentuk dan warnanya berubah dan sebagian lagi mengalami metamorfosis menjadi bagian-bagian yang memainkan peranan dalam peristiwa yang akhirnya akan menghasilkan calon individu baru.

Pada awalnya, hasil penelitian terkait pembungaan menginformasikan bahwa organ bunga merupakan turunan langsung dari helaian daun. Namun, dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan pada bidang biologi dan fisiologi, diperoleh pengetahuan bahwa daun dan batang merupakan satu unit tunggal yang disebut *shoot* (taju). Perkembangan bunga terjadi secara paralel dengan cabang vegetatif, jadi bukan sebagai turunannya. Bunga dibentuk oleh meristem ujung khusus yang berkembang dari ujung pucuk vegetatif (pucuk apical)



setelah dirangsang oleh faktor–faktor internal dan eksternal untuk keperluan itu.

Bentuk bangun dasar dari bunga hampir selalu simetris, yang sering dapat digunakan sebagai penciri suatu takson. Ada dua bentuk bunga berdasar simetri bentuknya, yaitu aktinomorf yang berbentuk bintang atau simetri radial, dan zigomorf yang simetri cermin.

Berdasarkan kelengkapan bagian bunga, bunga dikenal juga sebagai bunga sempurna bila memiliki alat jantan (benang sari) dan alat betina (putik) secara bersama-sama dalam satu organ. Bunga yang demikian disebut juga sebagai bunga banci atau hermafrodit. Suatu bunga dikatakan bunga lengkap apabila memiliki semua bagian utama bunga.

## **2. Fungsi bunga**

Fungsi biologi bunga adalah organ seksual, sebagai wadah menyatunya gamet jantan (mikrospora) dan betina (makrospora) untuk menghasilkan biji. Sedangkan fungsi bunga sebagai pemikat kumbang ataupun hewan lainnya untuk membantu penyerbukan adalah karena memiliki tingkat kecerahan warna. Terkait dengan warna bunga, dalam peradabannya, manusia memberikan arti tersendiri sehingga memiliki arti kultural. Bunga menjadi salah satu penentu nilai suatu tumbuhan sebagai tanaman hias. Beberapa bunga yang lain menghasilkan aroma yang khas, dan juga bertujuan memikat (daya tarik) hewan untuk membantu penyerbukan.

Bunga juga dapat dianggap sebagai organ untuk bertahan (mempertahankan jenisnya atau eksistensi jenisnya) pada kondisi kurang menguntungkan bagi pertumbuhan. Sejumlah tumbuhan akan segera membentuk bunga apabila mengalami kekurangan air atau suhu rendah.

Sebagai alat perbanyak tumbuhan tentunya bunga memiliki fungsi yang kritis. Demikian pula halnya jika untuk tujuan ekonomi, bunga adalah sumber dari biji yang merupakan tujuan bercocok tanam kebanyakan jenis tanaman sumber pangan. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi pertanian (berupa biji atau buah) baik kualitatif

maupun kuantitatif adalah melalui pelenggaraan penyerbukan silang buatan antara dua atau lebih tanaman yang dianggap unggul. Oleh karena itu, untuk dapat melakukan penyerbukan silang buatan tersebut pemahaman yang baik terhadap fenologi pembungaan sangat diperlukan.

Dalam kehidupan social manusia, bunga juga memiliki arti penting. Khususnya “Bunga Potong”, yaitu setangkai atau potongan bagian tanaman berupa kuntum bunga yang memberikan kesan indah dan dimanfaatkan sebagai alat penghias. Bunga potong ditujukan untuk potongan kuntum bunga (organ generatif) beserta tangkainya ataupun sedikit cabang (terlepas dari tanaman induknya) yang dimanfaatkan sebagai bahan hiasan maupun kegunaan yang lebih luas lainnya.

Mula pertama pemanfaatan tanaman hias terutama bunga potong hanyalah pada acara-acara ritual keagamaan maupun budaya beberapa suku bangsa seperti keperluan sesajen, bunga tabur pada acara kematian maupun keperluan acara pengantin. Namun seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, maka tanaman hias dan bunga potong semakin digemari penggunaannya. Penggunaan tersebut kini sebagai alat komonikasi ataupun bersosialisasi dalam masyarakat. Tanaman hias dan bunga potong dimanfaatkan sebagai bahan hadiah, ungkapan atau ucapan terima kasih, ucapan belasungkawa, ucapan selamat, maupun sebagai bahan dekorasi dalam suatu ruangan. Bahkan tidak jarang pada suatu masyarakat, kepemilikan tanaman hias maupun bunga potong dijadikan sebagai tingkat gengsi seseorang.

### **3. Morfologi bunga**

Seperti telah dijelaskan di atas, bahwa bunga terdiri atas beberapa bagian bunga atau komponen bunga. Berikut Gambar 1. Menerangkan beberapa bagian bunga dari suatu bunga sempurna.

Semua bagian-bagian bunga membentuk satu kesatuan yang disebut sebagai bunga sempurna. Jika salah satu bagian-bagian bunga tersebut tidak terdapat pada suatu bunga, maka bunga tersebut disebut sebagai

bunga tidak sempurna. Berikut penjelasan masing-masing bagian-bagian bunga dimaksud.

**Tangkai induk bunga** (*rachis*, *pedunculus*, *pedunculus communis*) merupakan aksis perbungaan sebagai lanjutan dari batang atau cabang.

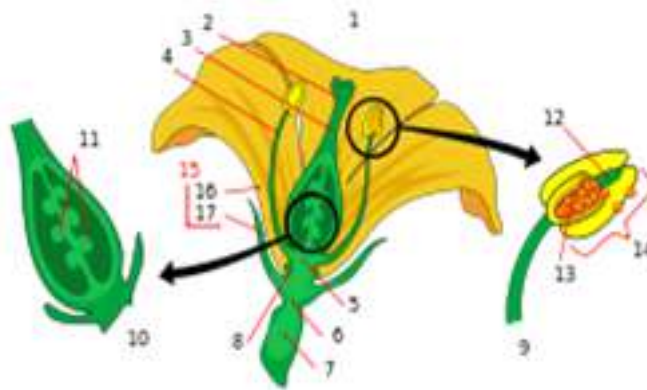
**Tangkai bunga** (*pedicellus*) merupakan cabang terakhir yang mendukung bunga.

**Dasar bunga** (*receptacle*) merupakan ujung tangkai bunga sebagai tempat melekatnya mahkota bunga

**Daun pelindung** (*brachtea*) merupakan daun terakhir yang di ketiaknya (*axil*) tumbuh bunga.

**Daun tangkai** (*brachteola*) merupakan daun pelindung yang letaknya di pangkal tangkai bunga.

**Kelopak bunga** (*sepal*) merupakan bagian bunga yang menyelimuti bunga saat bunga masih kuncup atau belum mekar. Kelopak bunga akan membuka saat bunga mulai mekar.



Gambar 1. Bunga dan bagian-bagian bunga sempurna.

1. Bunga sempurna, 2. Kepala putik (*stigma*),
3. Tangkai putik (*stilus*), 4. Tangkai sari (*filament*, bagian dari benang sari), 5. Sumbu bunga (*axis*), 6. artikulasi, 7. Tangkai bunga (*pedicel*), 8. Kelenjar nektar, 9. Benang sari (*stamen*), 10. Bakal buah (*ovum*), 11. Bakal biji (*ovulum*), 12. Kantong serbuk sari, 13. Serbuk sari (*pollen*), 14. Kepala sari (*anther*), 15. Perhiasan bunga (*periantheum*), 16. Mahkota bunga (*corolla*), 17. Kelopak bunga (*calyx*).

**Mahkota bunga** (*Corolla*) merupakan bagian bunga paling indah. Terdiri dari daun perhiasan bunga yang berwarna-warni dan berkelompok. Keindahan sebuah bunga terletak pada bentuk dan warna daun mahkotanya.

**Benang sari** (*stamen*) adalah bagian fertil pada bunga yang terdiri dari kepala sari (*anthera*) yang berisikan serbuk sari (*polen*), tangkai sari (*filamen*), dan pendukung kepala sari. Benang sari merupakan alat kelamin jantan pada bunga.

**Putik bunga** (*Pistill*) adalah bagian fertil pada bunga dan padanya terdapat bakal buah dan bakal biji. Putik berbentuk seperti botol yang lehernya lurus dan panjang. Bagian putik yang paling ujung disebut kepala putik, Bagian putik yang paling panjang disebut tangkai putik. Sedang bagian bawah putik yang mengembang disebut carpel yaitu pendukung makrospora yang di dalamnya terdapat bakal buah dan bakal biji. Bakal biji mempunyai dua inti, yaitu sel telur (*Ovum*) dan calon lembaga.

## **B. Biologi Bunga**

Seperti tanaman pada umumnya, pertumbuhan generatif tanaman jarak pagar ditandai oleh terbentuknya bunga pada tanaman. Bunga jarak pagar terbentuk pada ujung cabang (*flos terminalis*) dengan warna bunga kuning kehijauan. Jumlah bunga yang terbentuk banyak sehingga disebut *planta multiflora* dan berkumpul membentuk suatu rangkaian bunga atau disebut bunga majemuk atau malai bunga (*inflorescentia*). Pada ujung dari malai atau ibu tangkai bunga (= tangkai utama bunga) diakhiri dengan pembentukan bunga, sehingga ibu tangkai bunga memiliki pertumbuhan yang terbatas, oleh karena itu bunga jenis ini tergolong bunga majemuk terbatas (*inflorescentia definita*). Tipe infloresen bunga jarak pagar adalah *panicle*, yaitu bunga/buah masak didahului oleh bunga/buah yang terbentuk terlebih dahulu yaitu diawali dari bunga pada cabang malai pertama dan seterusnya bunga-bunga pada cabang malai berikutnya. Pada malai bunga jarak pagar terbentuk sekitar 4–9 cabang malai.

## 1. Tinjauan umum biologi bunga jarak pagar

Pada penjelasan terdahulu, telah diuraikan bahwa bunga dikatakan sebagai bunga lengkap jika memiliki empat bagian bunga yaitu kelopak (*calyx*), mahkota (*corolla*), benang sari (*stamen*), dan pistil (*pistillum*). Apabila bunga tidak memiliki salah satu dari empat bagian bunga tersebut, maka dinamakan bunga tidak lengkap.

Bunga jarak pagar, khususnya yang hermaphrodit termasuk bunga lengkap. Menurut Raju dan Ezradanam (1992) bunga jantan jarak pagar memiliki kelopak dan mahkota bunga masing-masing berjumlah lima helai, saling bebas satu dengan yang lain, *stamen* berjumlah 10, *anthera* berwarna kuning, dengan *theca* berjumlah dua dan berbentuk seperti cawan. Sedangkan bunga betina hampir mirip dengan bunga jantan, namun memiliki ukuran yang relatif besar, dengan kelopak dan mahkota bunga yang lebih lebar. *Stilus* dan *stigma* pada bunga betina berjumlah tiga. Terdapat bakal buah (*ovary*) yang tersusun atas tiga karpel, dengan satu lokus yang menghasilkan satu ovul.

Bunga jarak pagar tersusun secara majemuk (*infloresensia*). Bentuk *infloresensia* bermacam-macam, tergantung dari cara bercabang tangkai utamanya (Darjanto dan Satifah, 1990). Menurut Heller (1996) *infloresensia* pada jarak pagar terbentuk pada cabang terminal. *Infloresensia* pada jarak pagar tergolong *cyme*. Sedangkan menurut Raju dan Ezradanam (1992) tanaman jarak pagar menghasilkan *infloresensia* dengan tipe *dichasial cyme*. *Cyme/inflorescence cymosa* memiliki tanda antara lain pada ujung tangkai utama terdapat sebuah kuncup bunga, bunga pada ujung tangkai utama akan mekar lebih dahulu, tangkai utama biasanya lebih pendek dari anak tangkai, tangkai utama hanya membentuk anak tangkai dengan jumlah sedikit dan cara anak tangkai bercabang tidak berbeda dari tangkai utama (Darjanto dan Satifah, 1990).

Menurut Hasnam (2006) bunga betina jarak pagar membuka atau mekar lebih dahulu 1-2 hari sebelum bunga jantan. Lama pembungaan dalam satu malai

bunga (infloresen) sekitar 10-15 hari. Jika kondisi pertanaman baik, biasanya dari satu percabang akan tumbuh 3-4 inflorescence.



Gambar 2. Bunga betina (kiri), bunga jantan (tengah) dan bunga hermaphrodit (kanan) tanaman jarak pagar. (sumber : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jatropha\\_curcas\\_-\\_female\\_flower\\_%286741394727%29.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jatropha_curcas_-_female_flower_%286741394727%29.jpg) [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jatropha\\_curcas\\_-\\_male\\_flower.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jatropha_curcas_-_male_flower.jpg)).

Raju dan Ezradanam (1992) menyatakan bahwa jarak pagar yang istilah latinnya *Jatropha curcas* L. adalah monosius, menghasilkan bunga dalam bentuk infloresensia, umumnya dihasilkan bunga betina di tengah rangkaian yang dikelilingi oleh bunga jantan dan dijumpai 2-5 bunga betina dan 25-93 bunga jantan dalam satu infloresensia, tetapi pernah juga ditemui bunga hermaphrodit. Hasil observasi di KIJP Pakuwon, Sukabumi yang dilakukan oleh Hartati (2008), bahwa pada jarak pagar yang berumur kurang dari satu tahun jumlah bunga betina per malai sangat rendah, rata-rata ditemukan 1-3 bunga betina.

## **2. Biologi bunga jarak pagar genotipe Nusa Tenggara Barat**

Terhadap jarak pagar genotipe Nusa Tenggara Barat yang terdiri atas aksesori Lombok barat, Lombok Tengah, Lombok Timur, Sumbawa, dan Bima telah

dilakukan investigasi pada aspek karakter dan fenologi pembungaannya oleh Santoso *et.al.* (2011a). Berikut adalah uraian karakter pembungaan yang dimaksud; bunga jarak pagar genotype Nusa Tenggara Barat tersusun dalam malai yang berbentuk dikasium berganda, sebagaimana dinyatakan oleh Raju dan Ezradanam (1992). Bentuk malainya sesuai dengan menjelaskan Darjanto dan Satifah (1990), yaitu mempunyai ciri-ciri tiap bunga bertangkai, melekat pada tangkai malai, terbentuk pada ujung setiap tangkai utama, dan cabang malai bercabang lagi seperti tangkai utama bercabang. Malai terdiri dari malai utama yang umumnya memiliki ukuran lebih pendek dan dua cabang. Jumlah bunga pada malai utama selalu lebih sedikit dari cabang malai, karena malai utama tumbuhnya terbatas, sehingga kuncup yang muncul di malai ini tidak sebanyak di cabang malai.

Santoso (2010) dalam bukunya yang telah mendeskripsikan aspek-aspek botani genotype tanaman jarak pagar di Nusa Tenggara Barat (terdiri atas ekotipe Lombok Barat, Lombok Tengah, Lombok Timur, Sumbawa, dan Bima), menguraikan bahwa, seperti tanaman lainnya, pertumbuhan generatif tanaman jarak pagar ditandai oleh terbentuknya bunga pada tanaman. Bunga jarak pagar terbentuk pada ujung cabang (*flos terminalis*) dengan warna bunga kuning kehijauan. Jumlah bunga yang terbentuk banyak sehingga disebut *planta multiflora* dan berkumpul membentuk suatu rangkaian bunga atau disebut bunga majemuk atau malai bunga (*inflorescentia*). Pada ujung dari malai atau ibu tangkai bunga diakhiri dengan pembentukan bunga sehingga ibu tangkai bunga memiliki pertumbuhan yang terbatas, oleh karena itu tergolong bunga majemuk terbatas (*inflorescentia definita*). Tipe infloresen bunga jarak pagar adalah *panicle*, yaitu buah masak didahului oleh buah yang terbentuk terlebih dahulu yaitu diawali dari bunga pada cabang malai pertama. Pada malai bunga terbentuk sekitar 4–9 cabang malai. Bunga majemuk jarak pagar genotype NTB tersusun oleh satu bunga betina yang dikelilingi oleh banyak (sekitar 4-10) bunga jantan secara berselang-seling. Bunga betina sebagai pusat yang

dikelilingi oleh bunga jantan. Oleh karena itu, bunga majemuk jarak pagar ini kemudian disebut *cyathium*.



Gambar 3. Bunga jantan (A), bunga betina (B), rangkaian bunga betina (tanda panah) yang dikelilingi oleh bunga jantan (C), dan beberapa macam bentuk malai bunga jarak pagar genotipe NTB (D, E, F, dan G)

Bagian-bagian bunga pada bunga jarak pagar ternyata tidak lengkap sehingga tergolong dalam tanaman berbunga tidak sempurna (*flos incompletus*), kecuali bunga yang hermaphrodit. Setiap individu bunga betina dan jantan tumbuh dan berkembang terpisah atau berkelamin tunggal (*unisexualis*) dan berumah satu (*monoecious*). Bunga betina dan bunga jantan tumbuh dan berkembang pada satu malai bunga. Namun terdapat pula bunga berkelamin dua (*hermaphroditus*) pada malai bunga tersebut. Pengamatan di lapangan ditemukan sebagian besar bunga hermaphrodit yang terbentuk berposisi menggantikan bunga betina, namun dijumpai pula bunga hermaphrodit dijumpai pada tempat dimana terbentuknya bunga jantan. Kejadian kedua tersebut umumnya pada cabang malai 1-3 sedangkan pada cabang malai berikutnya belum pernah dijumpai.



Hasil penelitian pada tanaman jarak pagar genotipe NTB, diperoleh bahwa tanaman jarak pagar yang ditanam di wilayah kering pulau Lombok akan berbunga pertama kalinya (berumur 4 bulan setelah pindah tanam dari bibit berumur 2,5 bulan) pada sekitar bulan Maret-April, yang ditanam pada bulan Oktober tahun sebelumnya. Ada perbedaan umur saat berbunga pertama di antara aksesi, yaitu aksesi Lombok Barat, Sumbawa, dan Bima, berbunga lebih cepat dibandingkan aksesi Lombok Tengah dan Lombok Timur. Setelah tanaman memasuki umur 2 tahun, tidak ada perbedaan saat berbunga, dan pembungaan pertama pada tahun kedua ini terjadi pada bulan November-Maret (musim penghujan) dan kemudian kapsul (buah) dapat dipanen pada awal Maret-April. Pembungaan kedua pada tahun kedua terjadi sekitar April-Juni dan kemudian panen raya kedua sekitar Juni-Agustus

Jumlah malai bunga yang terbentuk pada masing-masing genotipe tampak berbeda setelah tanaman jarak pagar berumur dua tahun. Jumlah malai dijumpai lebih banyak pada genotipe Lombok Barat, Sumbawa, dan Bima dibandingkan genotype Lombok Tengah dan Lombok Timur. Hal ini terkait dengan jumlah percabangan yang terbentuk, karena malai bunga jarak pagar terbentuk di ujung percabangan. Jumlah cabang terbentuk di antara kelima genotype berbeda.

Tidak ada perbedaan waktu (periode) mekar bunga betina dan jantan serta total bunga dalam malai di antara genotype jarak pagar NTB tersebut. Umur mekar individu bunga betina lebih lama dibandingkan umur mekar individu bunga jantan. Namun karena jumlah bunga jantan lebih banyak (10 kali lipat) dibandingkan bunga betina, maka lamanya periode mekar bunga jantan pada malai menjadi lebih panjang. Total waktu bunga-bunga mekar pada malai rata-rata 7-9 hari.

Total periode mekar bunga dalam tiap malai hingga seluruh bunga baik bunga betina dan bunga jantan maupun bunga hermaprodit tidak ada perbedaan di antara genotipe. Kondisi ini menjelaskan bahwa pada jarak pagar tidak tepat dikatakan bahwa berdasarkan perbedaan waktu masak antara kepala sari dan kepala

putik adalah protandri maupun protogini. Protandri, jika kepala sari masak lebih dahulu daripada kepala putik, dan sebaliknya untuk protogini. Masaknya bunga jantan dan betina maupun hermaprodit pada jarak pagar saling susul menyusul dan berurut dari yang pertama terbentuk (dekat dasar tangkai malai) ke arah ujung malai bunga, sehingga pada saat itu dapat saja bunga jantan mekar sekaligus bunga betina mekar.

Terkait dengan penelitian di NTB, dari sejumlah bunga yang terbentuk pada tanaman dari masing-masing genotipe, jumlah bunga betina lebih sedikit dibandingkan jumlah bunga jantan. Genotipe Lombok Barat lebih banyak disusul oleh genotipe Sumbawa dan Bima. Sedangkan genotipe Lombok Tengah dan Lombok Timur merupakan genotipe berbunga sedikit.

Usaha perbaikan genetik jarak pagar, khususnya genotipe Nusa Tenggara Barat (NTB), yang telah dilakukan adalah merubah komposisi populasi dengan individu-individu yang memiliki potensi hasil lebih tinggi, yaitu pada karakter jumlah buah (kapsul) per malai dan juga jumlah buah per tanaman. Hasil perbaikan genetik melalui seleksi massa beberapa genotipe jarak pagar asal NTB tersebut telah menghasilkan *Improved Population-1* dan *Improved Population-2* (IP-1 NTB dan IP-2 NTB) yang memiliki potensi hasil lebih tinggi dibandingkan dengan populasi awalnya. Namun demikian, variasi jumlah buah per malai terpanen antar tanaman dan juga antar malai dalam tanaman dijumpai masih cukup tinggi (Santoso *et. al.* 2011b). Jika variabilitas ini dapat ditekan ataupun *fruit set* dapat dikuasai, maka potensi hasil yang diperoleh akan lebih tinggi.

Berdasarkan pada kondisi di atas, maka diperlukan kajian terhadap karakter dan fenologi pembungaan jarak pagar IP-1 NTB dan IP-2 NTB tersebut secara periodik agar dapat diketahui apakah produksi buah (biji) yang rendah tersebut disebabkan karena jumlah bunga betina yang terbentuk tiap malai (tiap tanaman) itu rendah ataukah disebabkan karena *fruit set* yang rendah, sebagai akibat peristiwa gugur bunga ataupun gugur buah selama proses pembungaan dan pembuahan.

Berikut uraian tentang biologi bunga kedua populasi jarak pagar tersebut.

Seperti halnya komponen bunga beberapa jarak pagar genotype NTB yang telah dilakukan, komponen bunga pada dua genotype jarak pagar unggul NTB tidak terdapat perbedaan. Hal ini tentunya dikarenakan genotype-genotype yang ada di NTB merupakan genotype yang serupa satu sama lainnya sebagai plasma nutfah provenan NTB yang sama. Sehubungan dengan kemiripan kondisi lingkungan asal tumbuh masing-masing ekotipe NTB, yaitu wilayah provinsi NTB, maka secara umum dapat dikatakan bahwa karakteristik morfologi (termasuk bunga) masing-masing ekotipe relatif stabil. Fenomena kemiripan morfologi dan jumlah komponen bunga jarak pagar genotype NTB dikatakan oleh Ginwal *et al.* (2004) bahwa penyerbukan silang pada jarak pagar hampir tidak mengubah secara berarti karakteristik morfologi.

Pengamatan dilakukan terhadap sejumlah masing-masing 25 malai bunga (infloresen) dan sejumlah masing-masing 75 bunga betina dan bunga jantan dari jarak pagar IP-1 NTB dan juga IP-2 NTB (Tabel 1). Komposisi yang sering terjadi dalam satu malai adalah bunga jantan dengan bunga betina atau bunga jantan dengan hermaphrodit. Antera pada bunga jantan jumlahnya berbeda-beda, berkisar antara 2-10, berwarna kuning atau merah. Anter yang berwarna kuning menghasilkan serbuk sari, sedangkan anter yang merah merupakan anter yang steril. Stigma bunga betina dan hermaphrodit berwarna hijau, berjumlah tiga yang masing-masing ujungnya bercabang dua, tetapi stilus menyatu. Pada bunga hermaphrodit posisi kepala putik terhadap kepala sari bervariasi, ada yang lebih tinggi, ada yang sama, dan ada pula yang lebih rendah. Bunga betina umumnya terletak di bagian ujung tengah tangkai, baik malai utama maupun cabang malai, dan dikelilingi oleh bunga jantang. Tidak ada perbedaan komponen bunga dari kedua genotype unggul IP-1 NTB dan IP-2 NTB. Khususnya bunga jantan kedua genotype jarak pagar tersebut memiliki sejumlah 10 stamen, 5 petal, 5 gland, dan 5 sepal. Sedangkan bunga jantan memiliki 1 ovary, 3 stylus, 5 petal, 5 gland, dan 5 petal. Jadi masing-masing bunga

jantan dan bunga betina dari kedua genotype unggul jarak pagar NTB memiliki sejumlah komponen bunga yang sama kecuali bunga betina memiliki komponen ovary dan stylus.

Tabel 1. Komponen bunga jarak pagar unggul Nusa Tenggara Barat hasil seleksi massa

Komponen	Bunga Jantan		Komponen	Bunga Betina	
	IP-1 NTB	IP-2 NTB		IP-1 NTB	IP-2 NTB
Stamen	10	10	Ovary	1	1
Petal	5	5	Stylus	3	3
Gland	5	5	Petal	5	5
Sepal	5	5	Gland	5	5
			Sepal	5	5

Table 2. Karakter fisik bunga jarak pagar unggul Nusa Tenggara Barat hasil seleksi massa

Karakter	Bunga Jantan ♂		Bunga Betina ♀	
	IP-1 NTB	IP-2 NTB	IP-1 NTB	IP-2 NTB
Panjang (cm)	1,19±0,10	1,12±0,12	1,43±0,10	1,15±0,09
Min.	1,00	0,90	1,20	1,19
Max.	1,40	1,40	1,70	1,75
Diameter (cm)	0,68±0,13	0,64±0,12	0,98±0,10	0,97±0,12
Min.	0,50	0,50	0,80	0,79
Max.	1,00	0,90	1,10	1,12

Keterangan: ± = standard error.

Tabel 2, memaparkan karakter fisik bunga jantan dan bunga betina jarak pagar kedua genotipe unggul NTB. Tidak ada perbedaan nyata karakter fisik di antara kedua genotipe unggul NTB tersebut. Ukuran fisik bunga jantan lebih kecil dibandingkan ukuran fisik bunga betina.

# PEMBUNGAAN TANAMAN JARAK PAGAR

## **Isi Bab**

Bab 3 ini berisikan penjelasan mengenai pengertian pembungaan yang merupakan proses fisiologis dan morfologis. Uraian selanjutnya dalam bab ini adalah proses pembungaan tanaman jarak pagar secara umum, dan kemudian uraian khusus pembungaan jarak pagar genotipe Nusa Tenggara Barat, terutama genotipe unggul.

## **Tujuan Bab**

Setelah membaca dan mempelajari isi Bab 3 ini, pembaca diharapkan akan mampu:

- Menjelaskan pengertian pembungaan,
- Menjelaskan proses pembungaan pada tanaman jarak pagar pada umumnya, dan
- Menjelaskan proses pembungaan khususnya pada tanaman jarak pagar genotipe unggul Nusa Tenggara Barat.

## A. Pengertian Pembungaan

Pembungaan (*flowering*) merupakan suatu proses yang terdiri atas beberapa tahapan kejadian secara simultan dan berurut. Proses pembungaan mengandung sejumlah tahap penting, yang semuanya harus berhasil terjadinya untuk memperoleh hasil akhir yaitu biji.

Peralihan tahapan pertumbuhan tanaman dari fase pertumbuhan vegetatif ke fase pertumbuhan generatif melibatkan proses transisi yang kompleks dari berbagai sel dan jaringan daerah apeks pucuk. Transisi ini dapat terjadi secara berulang pada tanaman tahunan. Pembungaan pada tanaman tahunan setiap tahunnya (musim) terjadi setiap tahunnya, dan di samping itu juga tanaman mempertahankan pertumbuhan struktur vegetatif setelah dan semasa berbunga. Strategi kehidupan abadi tergantung pada perilaku diferensial dari meristem pada tanaman sehingga beberapa tetap dalam keadaan vegetatif sementara yang lain mengalami transisi pembungaan.

Secara morfologis, perubahan apek (tunas vegetatif) menjadi bunga dari awal hingga akhir merupakan suatu seri pentahapan. Umumnya, dalam buku-buku yang menjelaskan pertumbuhan tanaman tahunan memilah tahapan pembungaan ke dalam empat tahap, yaitu induksi atau inisiasi bunga, differensiasi bunga, yang kemudian diikuti dengan tahap penyusunan dan organisasi bunga, differensiasi bagian-bagian bunga secara individu, tahap selanjutnya adalah pematangan bunga, terjadinya bersamaan dengan proses pertumbuhan bagian-bagian bunga termasuk perkembangan kantong embrio, dan tahap terakhir adalah anthesis atau bunga mekar. Sinyal atau tanda yang tampak pertama kali yang menandakan perubahan dari vegetatif ke aspek reproduktif yaitu pembentukan kubah apek (*apical dome*). Kejadian ini merupakan awal differensiasi bunga (inisiasi atau dapat pula diartikan induksi) atau periode penyusunan saat primordial masing-masing bagian bunga muncul di apek yang kemudian menjadi reseptakel (tangkai bunga).

Pembungaan merupakan suatu proses fisiologis dan morfologis. Proses ini diawali dengan masa kritis, yaitu terjadi perubahan primordia batang beserta daunnya menjadi primordia bunga. Adapun tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

### **1. Induksi bunga (evokasi)**

Merupakan tahap pertama dari proses pembungaan secara keseluruhan, yaitu suatu tahap ketika meristem vegetatif diprogram untuk mulai berubah menjadi meristem reproduktif. Tahapan ini terjadi di dalam sel, dan masih dapat dideteksi secara kimiawi, yaitu dari peningkatan sintesis asam nukleat dan protein yang dibutuhkan dalam pembelahan dan differensiasi sel. Induksi bunga adalah tahapan yang paling penting dalam proses pembungaan, karena tidak ada sesuatu yang tampak jelas dari suatu perubahan morfologi yang terjadi pada kuncup.

### **2. Inisiasi bunga**

Merupakan tahapan yang sudah dapat dilihat secara makroskopis. Pada tahap ini tampak adanya perubahan morfologis dari yang semulanya berupa daun, kini menjadi bentuk kuncup reproduktif. Transisi dari tunas vegetatif menjadi kuncup reproduktif ini dapat dideteksi dari perubahan bentuk maupun ukuran kuncup, serta proses-proses selanjutnya yang mulai membentuk organ-organ reproduktif.

### **3. Perkembangan kuncup**

Tahapan ini ditandai dengan terjadinya differensiasi bagian-bagian bunga. Pada tahap ini terjadi proses megasporogenesis dan mikrosporogenesis yang bertanggung jawab bagi terjadinya penyempurnaan dan pematangan organ-organ reproduksi jantan dan betina.

### **4. Anthesis**

Tahapan ini merupakan tahap terjadinya pemekaran bunga. Biasanya *anthesis* terjadi bersamaan dengan masakannya organ reproduksi jantan dan betina, walaupun dalam kenyataannya tidak selalu demikian.

Ada kalanya organ reproduksi, baik jantan maupun betina, masak sebelum terjadi *anthesis*, atau bahkan setelah terjadinya *anthesis*.

### **5. Penyerbukan dan pembuahan**

Tahapan ini ditandai dengan terbentuknya buah muda. Penyerbukan meliputi peristiwa pengangkutan serbuk sari dari benang sari ke putik dan jatuhnya butir-butir serbuk sari di atas kepala putik (*stigma*). Jatuhnya serbuk sari di atas kepala putik dapat disebabkan oleh beberapa sebab antara lain, posisi kepala putik di bawah kepala sari, kepala putik menempel pada kepala sari, serbuk sari tertiuip oleh angin atau terbawa oleh serangga dan akhirnya jatuh di atas kepala putik.

Tahapan pembungaan yang telah diuraikan di atas, telah menggambarkan kepada kita bahwa terdapat beberapa perubahan dalam hal morfologi maupun proses perkembangan selama pembungaan tersebut dapat dipilah ke dalam tiga tempat kejadian. Ketiga tempat kejadian tersebut adalah kejadian pada pucuk atau tunas, pada meristem pucuk apical, dan pada bunga.

Pada pucuk atau tunas terjadi pertumbuhan calon pucuk aksilar dan kemudian bertanggung jawab pada pola percabangan; perubahan bentuk daun (pembentukan daun pelindung); dan perubahan pola pilotaksis, yaitu menjadi sistem yang lebih kompleks. Kejadian pada meristem pucuk apical terdiri atas beberapa perubahan. Pertama kali terjadi peningkatan laju tumbuh, kemudian perpanjangan apex, peningkatan laju inisiasi primordial, dan perubahan pada tingkat seluler (seperti sintesis RNA, protein, dan peningkatan mitokondria dan laju respirasi). Sedangkan perubahan pada bunga merupakan perubahan yang paling banyak dibandingkan perubahan yang terjadi pada pucuk dan meristem pucuk apical. Perubahan-perubahan pada bunga meliputi semakin mengecilnya primordial; perubahan pada besarnya sudut letak primordial sehingga terjadi perubahan pola pilotaksis; terkekangnya internodia (ruas atau buku batang); kehilangan struktur aksilar (tunas ketiak); differensiasi primordia ke arah jalur perkembangan;



primordia menguasai meristem; meiosis; dan kemudian berhentinya pertumbuhan hingga pembuahan (fertilisasi).

## **B. Pembungaan Jarak Pagar**

### **1. Pembungaan jarak pagar secara umum**

Mahmud (2006a) menyatakan bahwa infloresen jarak pagar terdiri atas 100 bunga atau lebih, dengan persentase bunga betina 5-100% setiap infloresen dan sisanya adalah bunga jantan. Bunga betina membuka 1-2 hari lebih dahulu dari bunga jantan dengan periode pembungaan 10-15 hari per infloresen. Hasil penelitian Raju dan Ezradanam (1992) pada jarak pagar di India menunjukkan bahwa rata-rata perbandingan bunga jantan dan betina adalah 29:1, dan bunga betina jarak pagar memasuki masa reseptif ketika telah mekar sempurna. Stigma jarak pagar memiliki masa reseptif tiga hari. Semua bunga dalam infloresen mekar dalam 11 hari, dengan bunga jantan yang terlebih dahulu mekar dan bunga akan mekar setiap hari hingga semua kuncup mekar dan akhirnya rontok. Biasanya bunga yang tidak terserbuki akan rontok dalam empat hari. Dilaporkan oleh Hasnam (2006), bahwa masa atau periode pembungaan total bunga dalam infloresen berkisar 10-15 hari

Secara umum perkembangan bunga jarak pagar dapat dikelompokkan menjadi empat fase, yaitu:

#### **a. Fase kuncup**

Fase awal proses pembungaan jarak pagar dimulai dengan pembentukan kuncup pada ujung tunas terminal. Kuncup bunga meruncing yang dikelilingi banyak (antara 3-10 helai) daun berukuran kecil dan pada bagian bawah masing-masing kuncup bunga sudah terbentuk tangkai. Jumlah kuncup bervariasi, yaitu sekitar 1-7.

Fase kuncup ini berlangsung selama 2-6 hari. Kuncup bunga membesar dan lebih bulat pada 37 hari setelah muncul dan berangsur angsur mulai berubah menjadi kelopak. Kuncup yang berada di tengah malai dan atau di tengah cabang utama malai ukurannya relatif lebih besar dibandingkan dengan

kuncup yang terbentuk di sekitarnya. Ukuran yang lebih besar ini, diduga karena kuncup ini terbentuk lebih dahulu dan terletak pada cabang utama.

Berdasarkan ukurannya pada akhir fase kuncup sudah dapat diidentifikasi antara bunga jantan dan bunga betina. Umumnya kuncup bunga betina atau hermaprodit berkembang lebih dulu daripada kuncup bunga jantan, dengan ukuran lebih besar dari kuncup bunga jantan. Sedangkan kuncup bunga hermaprodit lebih besar dibandingkan kuncup bunga betina. Mendekati saat mekar, kuncup memiliki ukuran maksimum dan warnanya mulai berubah dari hijau menjadi hijau kekuningan. Kuncup bunga betina atau hermaprodit yang akan mekar didahului dengan ujung stigma menembus mahkota yang masih menutup. Lama fase kuncup berkisar antara 16-21 hari setelah muncul.

**b. Fase Mekar**

Malai jarak pagar terdiri atas bunga jantan dan bunga betina (*monosius*), atau bunga hermaprodit (*andromonosius*). Memasuki fase mekar, umumnya kuncup bunga yang berada di ujung malai utama mekar lebih dahulu dibandingkan kuncup lainnya yang mengitari. Perbedaan waktu mekar bunga jarak pagar dalam satu malai diduga disebabkan perbedaan fase perkembangan kuncup bunga tersebut. Kuncup yang terbentuk lebih dahulu akan mekar lebih dahulu, dan seterusnya diikuti oleh kuncup-kuncup yang terbentuk berikutnya secara berurutan. Bunga jarak pagar baik bunga betina maupun bunga jantan memiliki lima sepal dan lima petal yang berwarna hijau kekuningan, bunga berbentuk seperti cawan dan memiliki tangkai.

**c. Fase Rontok**

Menjelang rontok, bunga jantan akan berubah struktur bunganya dan warna berubah menjadi hitam. Demikian pula halnya dengan mahkota, kelopak, anther, dan tangkainya. Bunga menjadi mengkerut dan akan rontok pada umur 3-4 hari setelah mekar

atau antesis. Pada bunga betina dan hermaprodit meskipun mahkotanya layu atau rontok, umumnya masih bertahan hingga menghasilkan buah. Apabila tidak diserbuki oleh serbuk sari, bunga betina dan hermaprodit dapat bertahan hingga hari ke-2 setelah antesis. Ini ditandai dengan kondisi stigma yang masih segar. Memasuki hari ke-3 setelah antesis, stigma mulai terlihat layu. Ketika bunga jantan rontok, maka semua bagian bunga akan rontok.

Berbeda dengan bunga hermaprodit dan betina, yang hanya mengalami kerontokan mahkota bunganya saja, sedangkan kelopak dan tangkai masih ada, yang kemudian berubah menjadi tangkai buah seiring dengan membesarnya bakal buah. Bunga betina dan hermaprodit yang mengalami kerontokan umumnya terjadi 3 hari setelah anthesis. Tingkat kerontokan bunga betina dan hermaprodit rata-rata sebesar 11,76% tiap malai, sedangkan sisanya tetap bertahan sampai menghasilkan buah.

Lamanya waktu atau periode yang diperlukan satu malai jarak pagar dari mulai kuncup, kemudian mekar dan akhirnya rontok adalah sekitar 37-50 hari.

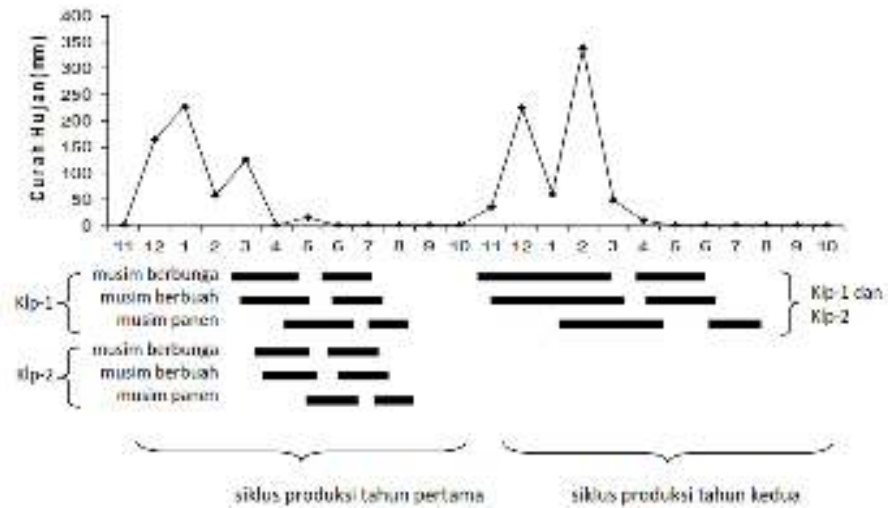
#### **d. Fase Pembentukan Buah**

Pembentukan buah ditandai dengan pembesaran ovarium yang mulai dapat diamati pada 4-5 hari setelah antesis. Buah akan semakin membesar dan stigma mengering lalu rontok pada 6 hari setelah antesis. Jumlah bunga betina dan/atau bunga hermaprodit bervariasi antar malai, rata-rata sembilan bunga betina pada suatu malai. Pembentukan buah cukup tinggi dengan rata-rata 88,24% bahkan pada beberapa malai semua bunga betina dan/atau bunga hermaprodit berkembang menjadi buah yang masak.

## **2. Pembungaan tanaman jarak pagar genotipe Nusa Tenggara Barat**

Hasil penelitian penulis menunjukkan bahwa, pembungaan tanaman jarak pagar genotype NTB yang ditanam di daerah Utara Pulau Lombok sangat tergantung

pada tingkat kelengasan tanah yang dipengaruhi oleh curah hujan. Pada kondisi iklim di daerah kering Pulau Lombok, waktu pembungaan dan pembuahan serta panen seperti yang diuraikan dalam matrik fenologi tanaman jarak pagar pada Gambar 4.



Gambar 4. Jadwal pembungaan, pembuahan, dan panen pada Tanaman jarak pagar genotipe Nusa Tenggara Barat. Penanaman pada awal November. Klp 1 = aksesori Lombok Barat, Sumbawa, Bima. Klp 2 = aksesori Lombok Tengah, Lombok Timur (Sumber: Santoso *et.al.* 2011b)

Pembungaan jarak pagar genotipe NTB sebenar terjadi sepanjang tahun, namun bunga-bunga yang berhasil membentuk buah dan dapat dipanen karena memiliki nilai ekonomis hanya terjadi dua kali puncak pembungaan yang sekaligus mengkondisikan tanaman jarak pagar dapat dipanen dua kali setahun. Puncak pembungaan tanaman jarak pagar di NTB terjadi dua kali, yaitu pertama pada awal musim hujan dan kedua pada akhir musim hujan. Bunga-bunga yang terbentuk pada akhir musim kemarau biasanya terjadi pada bercabangan

yang tidak didukung oleh daun-daun yang cukup bahkan tidak ada daun sama sekali sehingga hasil kapsul dan bijinya tidak berkualitas. Biji yang terbentuk tidak berisi atau "biji kopong". Gambar 5 berikut merupakan contoh gambar yang menjelaskan pembungaan jarak pagar pada puncak musim kemarau.



Gambar 5. Pembungaan di musim kemarau yang menghasilkan kapsul dengan biji yang sangat kecil atau biji keriput atau biji kopong. (Sumber: Santoso *et.al.* 2011b)

Sebagai tanaman monosious yaitu bunga betina dan bunga jantan bahkan bila terbentuk bunga hermaphrodit, ketiganya berada pada satu malai (infloresen) mengalami pemasakan berbeda-beda. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa malai bunga terbentuk berukuran besar dijumpai pada percabangan yang besar (vigour) dibandingkan percabangan kecil. Demikian pula jumlah bunga per malai maupun cabang malai yang terbentuk lebih banyak pada percabangan yang vigour. Pada cabang yang vigour juga terjadi fenomena pembungan yang terus menerus. Setelah cabang membentuk bunga, maka biasanya dua titik tumbuh aksilar di bawah malai tumbuh dan berkembang membentuk percabangan yang kemudian membentuk masing-masing satu malai bunga kembali. Hal ini sering dijumpai terjadi sampai tiga tingkatan perkembangan percabangan dan sekaligus pembungaan serta

pembuahan. Jika fenomena ini terjadi, maka jumlah bunga betina banyak terbentuk pada malai bunga yang pertama terbentuk, sedangkan jumlah bunga betina pada malai yang terbentuk pada cabang berikutnya relatif lebih rendah. Selain itu, semakin banyak cabang malai terbentuk maka semakin banyak jumlah bunga betina terbentuk.



Gambar 6. Tahapan proses pembungaan tanaman jarak pagar genotipe Nua Tenggara Barat

Pada Gambar 6 tampak bahwa fase awal dari pembungaan jarak pagar genotipe NTB dimulai dengan pembentukan kuncup pada ujung tunas terminal. Kuncup bunga meruncing dengan dikelilingi banyak daun kecil berjumlah antara 3-7 helai (Gambar 6A). Pada saat itu kuncup bunga yang tampak bervariasi antara 1-6 kuncup bunga, namun tangkai malai sudah terbentuk dan dapat dilihat jelas. Fase berikutnya (Gambar 6B), jumlah kuncup bunga yang terbentuk bertambah banyak. Tahap (Gambar 6A-B) berlangsung selama sekitar 2-5 hari. Seiring dengan pertumbuhannya, kuncup bunga membesar dan terlihat lebih bulat pada 3-75 hari setelah muncul (Gambar 6C). Pada tahap ini terjadi penambahan jumlah kuncup yang terbentuk dengan cepat dan disertai pembentukan cabang-cabang malai.

Jumlah kuncup bunga jantan maupun betina yang terbentuk dalam setiap malai bervariasi antara 75-247 kuncup atau kuntum. Jumlah bunga jantan lebih banyak (67-221 kuntum) dibandingkan jumlah bunga betina (8-26 kuntum). Kuncup yang berada di tengah malai dan atau di tengah cabang utama malai ukurannya relatif

lebih besar dibandingkan dengan kuncup yang terbentuk di sekitarnya.

Pada akhir fase kuncup ini, antara bunga jantan, bunga betina, dan bunga hermaprodit sudah dapat dibedakan satu sama lainnya. Kuncup bunga betina dan/atau bunga hermaprodit berkembang lebih dulu daripada kuncup bunga jantan. Ukuran kuncup bunga hermaprodit paling besar sedangkan ukuran bunga jantan paling kecil di antara ketiga bunga tersebut. Pada akhir tahap ini (Gambar 6C), kuncup memiliki ukuran maksimum dan warnanya berubah dari hijau ke hijau kekuningan. Lama fase kuncup berkisar antara 10-17 hari setelah muncul.

Tahap berikutnya adalah Gambar 6D-E, yaitu tahap bunga mekar. Tahap mekar ini lebih sering dijumpai diawali dengan mekarnya kuncup bunga betina atau hermaprodit yang berada di ujung malai utama. Kuncup yang terbentuk lebih dahulu akan mekar lebih dahulu. Lama waktu atau periode berbunga satu malai berkisar 8-18 hari.

Awal berakhirnya tahap pembungan dari suatu bunga jarak pagar adalah tahap atau fase rontok (Gambar 6F). Pada tahap ini bunga jantan menghitam dan seluruh bagian bunga mengkerut. Bunga jantan ini kemudian rontoh setelah 3-4 hari mekar. Lain halnya dengan bunga betina masih tetap segar hingga menghasilkan buah, namun mahkota bunganya biasanya layu dan mongering. Demikian pula halnya dengan bunga hermaprodit. Kedua bunga ini dapat bertahan hingga 2-3 hari setelah antesis bila bunga tidak diserbuki (kemudian dibuahi). Namun jika penyerbukan berhasil hingga pembuahan, kedua bunga ini terus tumbuh dan berkembang. Lamanya waktu yang diperlukan satu malai jarak pagar genotipe NTB dari mulai kuncup, mekar, dan kemudian mengalami kerontokan berkisar 35-43 hari.

Periode pembungaan jarak pagar diakhiri dengan tahap pembentukan buah (Gambar 6G). Ciri suksesnya bunga menjadi buah atau ciri terjadinya pembuahan pada bunga tanaman jarak pagar adalah ditandai dengan pembesaran ovarium, yang mulai dapat diamati dan dilihat pada 4-5 hari setelah antesis. Bakal buah yang

telah membesar tersebut akan semakin membesar dan stigma mengering lalu rontok pada 5-7 hari setelah antesis.

Tabel 3. Jumlah bunga betina, jumlah bunga jantan, dan ratio jantan-betina

Karakter	Bunga Jantan ♂		Bunga Betina ♀	
	IP-1 NTB	IP-2 NTB	IP-1 NTB	IP-2 NTB
Jumlah bunga	133,02±42,1	136,72±41,9	16,20±5,2	18,64±5,1
Min.	67,00	86,00	8,00	9,00
Max.	221,00	219,00	25,00	26,00
	IP-1 NTB		IP-2 NTB	
Rasio ♂/♀	8,73±3,67		8,63±3,17	
Min.	3,80		4,20	
Max.	24,60		22,70	

Keterangan: ± = standard error

Jumlah bunga, baik jumlah bunga betina maupun jumlah bunga jantan, tidak ada perbedaan di antara kedua jarak pagar genotype unggul NTB tersebut. Seperti halnya dengan jarak pagar genotype lainnya yang telah diungkapkan oleh para peneliti di dunia, bahwa jumlah bunga jantan lebih banyak dibandingkan jumlah bunga betina (Tabel 3).

Pada Tabel 3 tampak juga bahwa rata-rata rasio atau perbandingan jumlah bunga jantan dan jumlah bunga betina adalah 8,73±3,67 untuk IP-1 NTB dan 8,63±3,17 untuk IP-2 NTB. Itu berarti terdapat sejumlah 8,73±3,67 bunga jantan untuk setiap 1 bunga betina untuk jarak pagar genotype IP-1 NTB, dan jumlah 8,63±3,17 bunga jantan untuk setiap 1 bunga betina pada jarak pagar IP-2 NTB.

Pada jarak pagar genotype NTB, jumlah bunga betina (dan termasuk hermaphrodit) dalam satu malai sangat sedikit. Rata-rata rasio jumlah bunga jantan



terhadap bunga betina adalah 8.6-8,7 atau terendah 3,8-4,2 dan tertinggi 22,7-24,6 (Tabel 3) atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa terdapat rata-rata sejumlah 9 bunga jantan mengitari 1 bunga betina.

Kondisi rasio bunga jantan terhadap bunga betina (atau hermaprodit) tersebut mencerminkan bahwa potensi produksi (bunga pada malai menghasilkan buah) adalah rendah. Jumlah bunga betina dan hermaprodit yang sedikit inilah yang sampai saat ini menjadi salah satu kendala peningkatan produksi biji jarak pagar baik untuk benih maupun untuk produksi minyak.

Perbedaan jumlah bunga jantan dan betina dalam malai dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan maupun faktor genetik. Contoh dari faktor lingkungan adalah karena kekurangan unsur hara yang bertanggung jawab pada proses pembentukan bunga dan pembentukan malai, dan juga karena curah hujan tinggi, serta kelembaban udara yang sangat rendah (dibarengi suhu tinggi) yang berakibat pada peningkatan jumlah bunga yang mengering. Selain oleh hal tersebut, dapat juga disebabkan oleh potensi pembentukan bunga betina yang memang rendah dari setiap jenis tanaman.

Tabel 4. Saat bunga mekar dan periode anthesis bunga jarak pagar unggul IP-1 NTB dan IP-2 NTB

	<b>Bunga Jantan</b>		<b>Bunga Betina</b>	
	IP-1 NTB	IP-2 NTB	IP-1 NTB	IP-2 NTB
Saat mekar bunga <sup>1)</sup> (hr)	6,46±1,01	6,58±0,97	9,16±1,06	10,64±3,59
Minimum	5,0	5,00	7,00	7,00
Maximum	8,0	8,00	13,00	22,00
Periode anthesis	07,00 – 09,00	07,00 – 09,30	08,00 – 09,00	08,00 – 09,00
Periode reseptis stigma (bunga betina)			08,00 – 11,00	08,00 – 11,00

Keterangan: <sup>1)</sup> saat mekar bunga setelah pembentukan infloresen (malai)

Tabel 5. Waktu anthesis dan kesiapan penyerbukan bunga jantan dan betina jarak pagar unggul IP-1 NTB dan IP-2 NTB

	Time (hours)									
	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00		
Keberadaan pollen		x	x	x x	x					
Kesiapan stigma				x	x	x x	x x	x	x	x

Keterangan: tanda xx menandakan bahwa jumlah keberadaan pollen lebih banyak dan jumlah stigma siap diserbuki per malai dibandingkan pada tanda x.

Saat waktu (umur) bunga jantan maupun bunga betina mekar di antara genotype jarak pagar unggul NTB tidak berbeda nyata. Bunga jantan mekar rata-rata saat 6 (5-8) hari sejak pembentukan malai (infloresen), sedangkan bunga betina sekitar 9-10 (7-22) hari (Tabel 4). Periode waktu mekar bunga jantan terjadi di saat hari cerah, yaitu pada jam 07.00 – 09.00 untuk IP-1 NTB dan pada 07.00–09.30 untuk IP-2 NTB. Sedangkan waktu mekar bunga betina kedua genotype unggul tersebut di antara jam 08.00–09.00 pagi hari. Periode waktu reseptis bunga betina (stigma) untuk dapat berhasil dibuahi terjadi sekitar 08.00–11.00. Tidak ada perbedaan di antara kedua genotype unggul tersebut.

Antera bunga hermaphrodit pecah relatif hampir bersamaan waktunya dengan bunga jantan. Sedangkan ujung mahkota bunga betina mulai membuka antara pukul 07.00-08.00, mekar penuh antara pukul 08.00-09.00, saat cuaca cerah. Pada bunga betina, antara jam 09.00-10.00 tepat di dasar bunga dijumpai nektar yang banyak dan menarik perhatian serangga untuk hinggap, diantaranya kupu-kupu, lebah, kumbang, dan semut. Mendekati jam 12.00, nektar mengering. Saat mekar, bunga hermaphrodit memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan bunga betina maupun jantan. Bunga hermaphrodit memiliki diameter sekitar 1,4 cm, bunga betina 1,2 cm, dan bunga jantan 0,5 cm. Pada sore hari, bunga yang telah mekar mulai terlihat menjadi tidak segar. Sering dijumpai sehari setelah mekar ujung stigma

bunga betina atau hermaprodit berwarna hitam. Stigma yang menghitam menunjukkan telah mengalami penyerbukan. Ovarium pada bunga betina dan/atau bunga hermaprodit yang sudah dibuahi mulai membesar 4-5 hari setelah antesis.

Jadi terkait dengan pembungan tanaman jarak pagar genotipe unggul Nusa Tenggara Barat, bahwa pada IP-1 NTB and IP-2 NTB tidak ada perbedaan nyata pada sebagian besar variabel pembuangaan merupakan fakta temuan penelitian yang telah dilakukan terhadap jarak pagar ini. Kedua genotipe tersebut adalah monoecious, yaitu bunga betina dan bunga jantan terpisah pada malai yang sama. Bunga jantan berkembang lebih dahulu daripada bunga betina. Bunga jantan dan bunga betina membutuhkan waktu dari sejak terbentuk hingga mekar adalah sekitar 23-25 hari dan 25-28 hari. Sebagian besar bunga mekar pada saat jam 07.00 sampai dengan 09.00 untuk bunga jantan dan sekitar jam 08.00 sampai dengan 09.00 untuk bunga betina. Kesiapan bunga jantan (Anther) mengawini terjadi sekitar jam 07.00 ampai dengan 09.00. Kesiapan bunga betina (stigma) menerima pollen diawali membukanya bunga sekitar jam 08.00 sampai dengan 11.30.

# FAKTOR PEMBATAS PEMBUNGAAN

## **Isi Bab**

Materi dalam Bab 4 ini berisikan penjelasan mengenai faktor-faktor pembatas proses pembungaan tanaman jarak pagar. Penjelasan diawali dengan kegagalan penyerbukan sebagai salah satu faktor pembatas pembungaan. Faktor berikutnya adalah faktor fisiologis, faktor biologis, faktor fisik, dan faktor iklim. Bab 4 ini diakhiri dengan penjelasan mengenai beberapa praktek budidaya yang mempengaruhi keberhasilan pembungaan.

## **Tujuan Bab**

Setelah membaca dan mempelajari isi Bab 4 ini, pembaca diharapkan akan mampu:

- Menjelaskan bagaimana kegagalan pembungaan membatasi hasil tanaman jarak pagar,
- Menjelaskan bagaimana faktor fisiologis, faktor biologis, faktor fisik, dan faktor iklim membatasi pembungaan tanaman jarak pagar,
- Menjelaskan beberapa praktek budidaya yang dapat mempengaruhi keberhasilan pembungaan tanaman jarak pagar.

Periode berbunga dan berbuah tanaman jarak pagar merupakan saat yang paling dinantikan oleh petani atau pekebun karena harapan mereka adalah memanen kapsul (buah) dari tanaman yang sudah dirawat dengan baik dan dalam kurun waktu yang cukup lama. Harapan tersebut terkadang tidak menjadi kenyataan akibat bunga mengalami kerontokan atau gugur sebelum berkembang sempurna, atau jika dapat berbuah namun gugur pula selama periode perkembangan buah.

Tunas yang telah membentuk bagian-bagian dari bunga belum tentu terus tumbuh dan berkembang sampai membentuk bunga dan kemudian dilanjutkan dengan antesis (bunga mekar). Tidak hanya tunas atau kuncup, tetapi bunga dan buah muda dapat pula gugur akibat berbagai kondisi baik internal tanaman maupun lingkungan tumbuh yang tidak sesuai.

Jumlah buah yang dapat dipanen dari sejumlah bunga yang terbentuk dikenal sebagai persentase bunga jadi buah atau *fruit set*. Akibat adanya kerontokan atau kerusakan lainnya, pada akhirnya buah yang dapat dipanen berjumlah sangat sedikit atau dengan kata lain *fruit set*-nya sangat rendah. Gugurnya bunga dan juga gugurnya buah selama perkembangan kedua organ tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut bekerja secara sendiri maupun berinteraksi dengan faktor lainnya. Berikut uraian masing-masing faktor yang mempengaruhi keberhasilan bunga menjadi buah.

#### **A. Kegagalan Penyerbukan**

Tanaman yang berumah satu hanya menghasilkan bunga jantan atau bunga betina saja. Tanaman yang berbunga jantan atau dikenal pula sebagai tanaman jantan praktis tidak dapat menghasilkan buah. Tanaman betina masih dapat diharapkan menghasilkan buah, asalkan mendapatkan serbuk sari dari tanaman lain atau bunga lain. Oleh karena itu, tanaman betina sebaiknya ditanam berdekatan dengan tanaman jantan.

Terbentuknya buah pada tanaman berbuah yang kemudian akhirnya berhasil dapat dipanen tentunya

diawali dari peristiwa penyerbukan pada bunga, yaitu jatuhnya tepung sari ke kepala putik (bunga betina). Persarian tidak selalu diikuti dengan keberhasilan pembuahan bakal buah. Jika bunganya layu dan rontok, berarti pembentukan buahnya atau pembuahan tersebut gagal. Ini berarti tidak terjadi pembuahan.

Pada tanaman-tanaman tertentu (terutama tanaman tipe dichogami), termasuk tanaman jarak pagar, terdapat selisih waktu yang cukup nyata antara waktu pemasakan benang sari (bunga jantan) dan kepala putik (bunga betina), artinya, benang sari masak lebih awal atau bahkan masak lebih lambat dari masaknya kepala putik. Perbedaan waktu pemasakan inilah yang menjadi penyebab kegagalan persarian pada tanaman karena benang sari tidak dapat membuahi kepala putik. Akibatnya, bunga langsung layu beberapa waktu setelah bunga mekar.

Pemberian beberapa senyawa kimia pengatur pertumbuhan tanaman atau zat pengatur tumbuh, misalnya asam giberelin (GA3), dapat merangsang terjadinya pemasakan benangsari yang serempak dengan pemasakan kepala putik atau sebaliknya. Pemanfaatan zat pengatur tumbuh ini bertujuan untuk dapat meningkatkan persentase keberhasilan terjadinya persarian dan/atau pembuahan yang pada akhirnya akan meningkatkan pula persentase bunga menjadi bakal buah.

Serangga lebah madu pencari nektar dan polen tertarik pada bunga karena warna dan juga aroma mahkota bunganya. Oleh karena itu, lebah tidak akan mendatangi bunga tanpa petal. Kantong nektar biasanya terletak pada bagian dalam dari tabung bunga atau dekat dengan dasar putik. Pada kondisi anatomi bunga yang demikian itu, maka untuk memperoleh nektar dari bunga, lebah akan merayap antara benang sari dan putik, sehingga tentunya akibat dari aktivitasnya tersebut akan dapat memindahkan tepung sari ke kepala putik. Jadi, kehadiran lebah dapat meningkatkan kejadian persarian pada bunga, yang diharapkan juga dapat meningkatkan persentase bunga menjadi buah.

## **B. Faktor Fisiologis Pertumbuhan**

Kerontokan bunga dan sekaligus kegagalan panen buah dapat pula disebabkan oleh faktor fisiologis dan kondisi pertumbuhan tanaman yang menyebabkan kerontokan. Kandungan nutrisi, khususnya unsur hara fosfat (P) dan kalium (K) yang keberadaannya atau ketersediaannya terbatas dalam tanah atau media tanam merupakan faktor penyebab utama kerontokan bunga dan bakal buah atau buah yang sedang mengalami proses pembesaran. Jika ketersediaan kalium dalam tanah sangat terbatas, maka kerontokan buah akan menjadi lebih banyak. Kerontokan buah ini akan semakin banyak jika pasokan air dari dalam tanah ke tanaman juga dalam kondisi terbatas.

Jika kerontokan buah disebabkan oleh faktor kekurangan unsur hara kalium, maka pemberian pupuk kalium, baik dalam bentuk tunggal (Kalium Chloride = KCl) maupun dalam bentuk majemuk (Kalium nitrate = KNO<sub>3</sub>) sangat dianjurkan untuk mengatasi kerontokan bunga dan buah. Pemberian pupuk kalium dianjurkan dilakukan seawal mungkin, sebelum pembungaan berlangsung dan periode persarian berakhir sehingga pemanfaatan unsur hara K oleh tanaman dapat terjadi secara optimal. Pada beberapa kasus, pemberian pupuk fosfat (P) yang dikombinasikan dengan pupuk kalium (K) dengan dosis yang lebih rendah akan sangat membantu tanaman untuk berbunga dan berbuah dengan normal. Pupuk Kalium sebaiknya diberikan bersamaan dengan pemberian pupuk fosfat yang sangat dibutuhkan tanaman saat memasuki periode transisi yaitu perubahan fase vegetatif ke fase reproduktif, untuk berbunga dan berbuah.

Ketersediaan air yang cukup juga merupakan salah satu komponen utama dalam proses fotosintesis yang akan sangat membantu mencegah atau menekan timbulnya masalah kerontokan bunga, bakal buah, dan juga buah. Ketersediaan atau pasokan air yang cukup diartikan sebagai kondisi dimana tanaman tidak mengalami kekurangan ataupun kelebihan air. Kondisi tersebut tentunya ada pada kisaran keberadaan air dalam

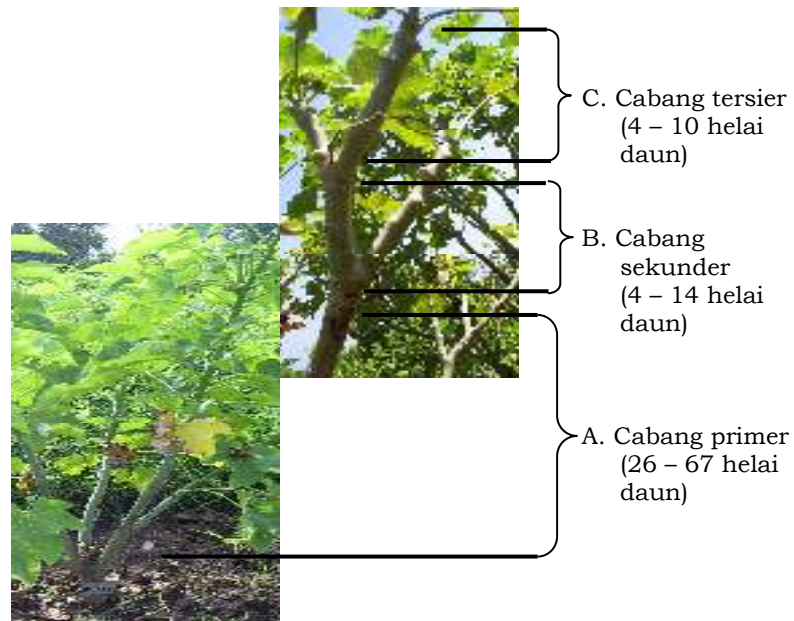
media tanam pada kondisi kapasitas lapang. Kondisi ketersediaan air tersebut merupakan kondisi dimana air tersedia di saat dibutuhkan oleh tanaman untuk proses persarian, pembesaran, dan pemasakan buah. Seperti telah dijelaskan pada bab terdahulu, bahwa bunga-bunga yang terbentuk pada akhir musim kemarau (kondisi ketersediaan air yang sangat terbatas) biasanya terjadi pada bercabangan yang tidak didukung oleh daun-daun yang cukup bahkan tidak ada daun sama sekali sehingga hasil kapsul dan bijinya tidak berkualitas, bahkan sering tidak berisi. Ketersediaan air yang cukup akan memberikan pengaruh yang baik pula bagi ketersediaan unsur hara kalium dan fosfat dalam media tumbuh tanama, sehingga kondisi ketersediaan ketiga unsur (air, kalium, dan fosfat) tersebut akan mendukung suksesnya proses pembentukan bunga, buah, dan pengisian buah.

Untuk mencapai fase dewasa dan kemudian masuk ke fase generatif, tanaman jarak pagar membutuhkan periode tertentu yang terkait dengan pembentukan daun. Daun-daun tersebut mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan organ generatif seperti bunga dan buah. Jumlah daun yang terbentuk pada percabangan primer berbeda di antara genotipe NTB. Hasil eksplorasi menunjukkan jumlah daun terendah yang terbentuk sebelum membentuk malai bunga pada genotipe Lombok Barat, yaitu 39,5 helai, sedangkan jumlah tertinggi pada genotipe Lombok Tengah (49,7 helai), Lombok Timur (49,3 helai), dan Sumbawa (48,3 helai). Gambar 7 merupakan ilustrasi pembentukan percabangan sekaligus daun pada tanaman jarak pagar.

Gambar 7 menjelaskan, bahwa perpanjangan cabang primer terhenti dengan terbentuknya bunga pada bagian terminal percabangan setelah terbentuk sekitar 26-67 helai daun (A). Percabangan sekunder terbentuk setelah terbentuk bunga pada bagian terminal cabang primer, dan terus berkembang hingga pada bagian terminal cabang ini terbentuk bunga berikutnya setelah daun sekitar 5-14 helai terbentuk (B). Cabang tersier terbentuk setelah terbentuk bunga pada bagian terminal cabang sekunder, dan perpanjangan cabang tersier terhenti setelah terbentuk bunga pada bagian terminal



cabang tertier ini setelah terlebih dahulu terbentuk daun sekitar 4-10 helai (C).



Gambar 7. Ilustrasi percabangan, jumlah daun terbentuk, dan pembungaan pada tanaman jarak pagar (Sumber: Santoso, 2010)

### C. Faktor Biologis

Setelah peristiwa penyerbukan pada bunga terjadi, maka seharusnya diikuti oleh peristiwa pembuahan, yaitu pembentukan bakal buah yang akan berkembang menjadi buah sempurna. Pada tahapan ini juga terdapat beberapa peristiwa yang menyebabkan gangguan berhasilnya suatu bunga membentuk buah. Gangguan biologis yang dimaksud sering menyebabkan gugurnya bunga dan buah adalah serangan beberapa jenis hama maupun penyakit.

Hama-hama yang menyebabkan gagalnya bunga membentuk buah umumnya menyerang kelopak bunga dan juga bakal buah pasca persarian bunga. Beberapa

hama memakan bakal buah yang baru terbentuk, hama penggerek berupa serangga yang menghisap cairan sel bakal buah yang baru terbentuk, serta beragam jenis kutu penghisap cairan sel yang mengeluarkan sejenis madu yang disukai oleh semut. Adanya interaksi antara kutu dengan semut akan menyebabkan gejala kedua yang merugikan tanaman jarak pagar, yaitu lapisan hitam yang kemudian dikenal sebagai embun jelaga di permukaan bakal buah, buah, dan daun. Selain merusak buah muda, embun jelaga juga menghalangi daun tanaman untuk berfotosintesis dengan normal, dan mengurangi jumlah fotosintat yang terbentuk untuk disimpan sebagai cadangan makanan di dalam tubuh tanaman, pada akhirnya akan menurunkan hasil (produksi).

Pada beberapa tanaman, kegagalan persarian bunga dan tentu saja tidak akan diikuti oleh keberhasilan pembentukan bakal buah dapat juga terjadi karena ketidakhadiran serangga penyerbuk (*entomogami*), sehingga relatif sulit bagi benang sari bunga untuk menyerbuki kepala putik. Hal ini sering terjadi pada bunga tanaman jarak pagar, karena bunga jantan dan bunga betina terpisah.

Raju dan Ezradanam (1992), melaporkan bahwa penyerbukan bunga jarak pagar dibantu serangga karena bunganya rasanya manis, mengeluarkan bau di malam hari, bunganya berwarna hijau keputihan, menghasilkan nektar yang dapat terlihat dengan jelas. Di India lebah pada bunga jantan jarak pagar telah berkontribusi 34%, sedangkan semut 61%, dan lalat 5% dari total kedatangannya. Pada bunga betina lebah berkontribusi 28%, semut 71% dan lalat 2% dari total kedatangannya. Lebah dan ngengat mengoleksi polen dan nektar dari sejumlah bunga jantan yang dikunjungi. Sedangkan semut dan ngengat hanya mengoleksi nektar saja, baik dari bunga jantan maupun bunga betina.

#### **D. Faktor Fisik**

Faktor fisik yang pertama sebagai penyebab gugurnya bunga dan juga buah jarak pagar adalah terpaan curah hujan. Hujan ringan pada saat periode

atau tahap awal muncul bunga berpengaruh positif mengurangi gugur bunga. Artinya curah hujan ringan tidak menggugurkan bunga. Dikatakan oleh Ryugo (1988) bahwa curah hujan ringan dapat membantu proses pencucian asam absisat dan zat-zat penghambat lainnya dari sisi mata tunas dan daerah meristematik dari mata tunas. Praktek budidaya yang dapat dimanfaatkan dari fenomena ini adalah bahwa dengan segera membasahi (menyiram) mata tunas bunga sesegera setelah pecah dormansi akan dapat mempercepat pembungaan. Namun demikian, curah hujan yang lebat pada saat bunga sudah muncul akan dapat meningkatkan gugur bunga.

Pada saat musim penghujan curah hujan yang turun dalam jangka waktu panjang dapat sebagai penyebab utama rontoknya bunga atau bakal buah setelah penyerbukan. Selain daripada itu, pada kondisi basah, benangsari, alat kelamin jantan pada bunga, akan lengket satu sama lain karena terikat oleh air. Pada keadaan yang demikian itu, benangsari tidak dapat bertemu dan membuahi kepala putik, sebagai alat kelamin betina pada bunga. Sedangkan pada kondisi musim kemarau, suhu panas yang ekstrim disertai dengan pengaruh kelembaban yang rendah di siang hari, juga merupakan faktor fisik penyebab kegagalan persarian, karena pada suhu ekstrim tersebut viabilitas atau daya hidup dan vigor benangsari menjadi sangat rendah (singkat) sehingga sulit bagi benangsari untuk tetap viabel dan membuahi kepala putik. Akibat kedua penyebab utama ini, bunga akhirnya layu dan gagal membentuk bakal buah karena proses persarian bunga tidak berlangsung secara normal.

Peranan angin sebagai salah satu penyebab terjadinya persarian bunga (*anemogami*) juga minimal, tentunya pada daerah-daerah yang kejadian anginnya rendah, sehingga perlu dilakukan penyerbukan buatan dengan bantuan tenaga manusia. Benangsari dari bunga yang mekar diambil menggunakan kuas dan benangsari yang terkumpul kemudian dikuaskan ke kepala putik saat kepala putik siap untuk dibuahi. Melalui persarian buatan (adanya bantuan terjadinya proses persarian) ini diharapkan terjadi persarian bunga dan terbentuk bakal

buah yang akan berkembang menjadi buah sempurna. Jika persarian buatan tidak dilakukan, maka bunga tetap akan mekar, namun kemudian layu dan rontok begitu saja.

### **E. Faktor Iklim**

Umumnya tanaman berbuah tahunan (tanaman tahunan = *perennial*) memasuki musim berbunga atau pembungaannya dipengaruhi (dipercepat atau dihambat) oleh faktor lingkungan. Beberapa komponen lingkungan yang penting dalam menentukan arah pertumbuhan dan produksi tanaman di antaranya adalah radiasi matahari, suhu, tanah, dan air. Oleh karena itu, suatu hal yang nyata bahwa produksi atau hasil suatu tanaman dipengaruhi oleh unsur iklim seperti radiasi matahari dan suhu.

Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman dipengaruhi oleh lingkungan dalam berbagai cara. Kondisi lingkungan yang sesuai selama pertumbuhan dan perkembangan akan merangsang tanaman untuk berbunga dan menghasilkan buah (biji). Kebanyakan tanaman tidak akan memasuki masa reproduktif (berbunga dan berbuah) jika pertumbuhan vegetatifnya belum selesai dan belum mencapai tahapan matang atau dewasa untuk berbunga. Periode transisi (perubahan dari fase pertumbuhan vegetatif ke pertumbuhan generatif) dikendalikan oleh suhu dan panjang hari.

Sejumlah proses-proses pertumbuhan mempunyai hubungan kuantitatif dengan tingkat suhu. Diantaranya respirasi, sebagian dari reaksi fotosintesis, dan berbagai peristiwa differensiasi dan pematangan. Proses-proses dormansi, pembungaan, dan pembentukan buah juga merupakan proses yang sangat peka terhadap suhu.

Untuk perkecambahan serbuk sari, pada umumnya diperlukan suhu ruang berkisar antara 15-35°C. Pada suhu yang lebih tinggi akan terjadi banyak penguapan air dan polen yang segera mengering. Sedangkan jika polen diletakkan pada suhu yang rendah maka polen tersebut tidak akan dapat berkecambah. Pada

umumnya suhu optimum yang diperlukan untuk pertumbuhan polen tube berkisar pada 25°C.

Peranan suhu dalam induksi pembungaan sangat penting. Cekaman suhu rendah menyebabkan tanaman menjadi dorman, dan sebagai akibatnya adalah pertumbuhan vegetatif berhenti. Suhu udara dipengaruhi oleh ketinggian tempat. Secara umum setiap kenaikan tempat tumbuh 100 meter maka suhu akan turun 0,6°C sampai dengan 1°C. Di permukaan laut suhu rata-rata sekitar 28°C dan daerah pegunungan dengan ketinggian tempat sekitar 2.000 meter, suhu rata-rata adalah 18°C.

Tingkat suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, induksi bunga, pertumbuhan dan differensiasi perbungaan (*inflorescence*), mekar bunga, munculnya serbuk sari, pembentukan benih dan pemasakan benih. Tanaman tropis tidak memerlukan vernalisasi sebelum rangsangan fotoperiode terhadap pembungaan menjadi efektif. Tetapi, pengaruh suhu terhadap induksi bunga cukup kompleks dan bervariasi tergantung pada tanggapan tanaman terhadap fotoperiode yang berbeda. Suhu malam yang tinggi mencegah atau memperlambat pembungaan dalam beberapa tanaman.

Terkait dengan pertumbuhan tanaman, suhu dapat dibedakan menjadi tiga yaitu suhu minimum, optimum dan maksimum. Pada suhu minimum dan suhu maksimum pertumbuhan tanaman terhenti seluruhnya, sedangkan pada kondisi suhu optimum dicapai kecepatan pertumbuhan tertinggi dapat dipertahankan. Selain mempengaruhi kecepatan pertumbuhan tanaman dan metabolisme, suhu lingkungan juga berperan dalam pengendalian perkembangan tanaman tertentu. Tanaman berbuah yang ditanam atau tumbuh pada lingkungan di bawah dan di atas kisaran suhu pertumbuhan yang optimum, tanaman akan mengalami stres suhu.

Secara garis besar dapat dikatakan bahwa seiring dengan semakin meningkatnya suhu, maka saat berbunga tanaman tahunan berbunga akan semakin cepat. Sedangkan ukuran dan jumlah bunga akan meningkat hingga pada kisaran suhu tertentu, namun ukuran dan jumlah tersebut akan menurun kemudian seiring dengan meningkatnya suhu.

Terkait dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tahunan, setiap spesies atau jenis yang berbeda membutuhkan jumlah cahaya yang berbeda satu sama lainnya. Kelebihan ataupun kekurangan cahaya akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang pada akhirnya sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasilnya. Namun demikian, pada prinsipnya semakin besar jumlah cahaya yang ditanggap tanaman persatuan luas daun, maka semakin besar hasil tanaman tersebut, asalkan faktor produksi lainnya tidak sebagai faktor pembatas pertumbuhan dan perkembangan.

Fenomena tanggapan tanaman terhadap panjang-pendeknya hari untuk beralih dari pertumbuhan vegetatif ke generatif terkait dengan arah transportasi sukrose hasil perombakan amilum di daun. Transportasi sukrose tersebut diarahkan ke akar dan pucuk apical. Maka terjadi peningkatan penumpukan sukrose pada akar, yang menyebabkan perangsangan pengangkutan sitokinin ke pucuk-pucuk apical melalui pembuluh xylem. Akibat daripada penumpukan sitokinin dan sukrose pada pucuk-pucuk apical yang meristematis akan merangsang perubahan fase dari vegetatif ke generatif (pertumbuhan pembentukan organ bunga).

Tingkat pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman hias dan bunga sangat dipengaruhi oleh kualitas cahaya, kuantitas/intensitas cahaya, dan lamanya penyinaran (fotoperiodesitas). Kekurangan maupun kelebihan cahaya yang diterima tanaman hias dan bunga akan berpengaruh kurang baik.

Radiasi matahari berpengaruh dan berhubungan dengan laju pertumbuhan tanaman, fotosintesis, pembukaan atau penerimaan (*reseptivitas*) bunga, dan aktivitas lebah penyerbuk. Pembukaan bunga dan aktivitas lebah ditingkatkan oleh radiasi matahari yang cerah. Di alam cahaya erat kaitannya dengan ketinggian tempat (elevasi) dan keadaan awan. Secara umum semakin tinggi tempat, semakin rendah pencahayaannya.

Besarnya penyinaran atau pencahayaan juga berkaitan erat dengan ketebalan awan. Semakin tinggi tempat di atas permukaan laut akan semakin tebal awan, jadi semakin tinggi ketebalan awan maka besarnya

penyinaran (jumlah sinar yang mencapai tanaman) akan semakin rendah.

Air merupakan bagian terbesar dari seluruh sel, dan jumlahnya bervariasi tergantung pada jaringannya. Air dibutuhkan dalam jumlah besar (hingga mencapai 80 persen) dari berat basah sel dan jaringan. Kehilangan air dapat menyebabkan terhentinya pertumbuhan, dan bila terjadi kekurangan air secara terus menerus akan menyebabkan perubahan-perubahan di dalam tanaman yang bersifat tidak dapat balik, dan mengakibatkan kematian.

Cekaman (*stress*) air adalah faktor yang paling berperan dalam induksi bunga sebagian besar tanaman tropika. Cekaman air yang dimaksud disini adalah cekaman akibat kekeringan atau kekurangan air. Cekaman ini tidak langsung menyebabkan tanaman berbunga akan tetapi menyebabkan terjadinya induksi pembungaan. Bunga biasanya akan berdiferensiasi setelah terlepas dari kondisi cekaman air. Jadi untuk terjadinya bunga, tanaman perlu mendapat lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan setelah bunganya terinduksi oleh cekaman air. Cekaman air yang kemudian diikuti oleh hujan seringkali dapat merangsang pembungaan tanaman tahunan.

Jika bunga telah berkembang maka kondisi lingkungan yang diperlukan pada tahap berikutnya adalah mendukung sedapat mungkin agar penyerbukan dapat berlangsung dengan baik. Cuaca pada saat penyerbukan adalah penting. Umumnya serbuk sari tidak dapat bertahan hidup dalam waktu lama jika hujan lebat. Sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan penyerbukan tidak sempurna.

Curah hujan merupakan salah satu komponen iklim yang sangat penting dalam kehidupan di bumi. Kepentingan tanaman terhadap besarnya curah hujan sudah dirasakan sejak awal penanaman hingga panen. Periode yang kritis adalah saat pembungaan. Apabila saat pembungaan banyak hujan turun, maka proses pembungaan akan terganggu. Tepung sari menjadi busuk dan tidak mempunyai viabilitas lagi. Kepala putik dapat busuk karena kelembaban yang tinggi. Selain itu,

aktivitas serangga penyerbuk juga berkurang saat kelembaban tinggi. Apabila terjadi kerusakan pada tepung sari dan kepala putik berarti penyerbukan telah gagal. Hal ini juga berarti bahwa persarian, pembuahan dan selanjutnya panen telah gagal.

Kesesuaian tanaman dengan kondisi iklim tempat tumbuh sangat diperlukan. Untuk berbagai keperluan, para ahli banyak membuat klasifikasi iklim yang didasarkan kepada curah hujan yang perhitungannya didasarkan pada perhitungan bulan basah (BB) dan bulan kering (BK), salah satu klasifikasi tersebut dan banyak dipakai dalam bidang pertanian di Indonesia adalah klasifikasi iklim menurut Oldeman.

Ketinggian tempat dari permukaan laut menentukan suhu udara dan intensitas sinar matahari yang diterima oleh tanaman. Pada umumnya, semakin tinggi suatu tempat, semakin rendah suhu tempat tersebut, tetapi intensitas matahari semakin meningkat. Suhu dan penyinaran inilah yang nantinya akan digunakan untuk menggolongkan tanaman apa yang sesuai untuk dataran tinggi atau dataran rendah.

Ketinggian tempat dari permukaan laut juga sangat menentukan pembungaan tanaman. Tanaman berbunga yang ditanam di dataran rendah akan berbunga lebih awal dibandingkan dengan tanaman yang sama tetapi ditanam pada dataran tinggi.

## **F. Praktek Budidaya**

Menanam tanaman budidaya golongan tanaman tahunan seperti juga tanaman jarak pagar pada hakekatnya menciptakan tempat atau kondisi lingkungan yang permanen bagi tanaman sehingga dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Oleh karena itu, penyediaan (pengaturan) faktor produksi yang cukup sangat menentukan upaya tersebut. Jaminan tersebut bentuknya dalam pengamanan faktor-faktor tumbuh ditambah dengan usaha pengamanan tanamannya sendiri melalui pengendalian hama-penyakit pengganggu.

Mempelajari lingkungan tanaman dimana tanaman tersebut tumbuh dan berkembang, maka lingkungan



tersebut dikondisikan dan dimanipulasi atau dimanfaatkan agar dapat mendukung bagi diperolehnya hasil dari tanaman tersebut seefisien mungkin. Karena faktor lingkungan merupakan faktor yang sulit diubah kecuali untuk beberapa faktor yang bersifat sementara, maka usaha kita adalah bagaimana memanipulasi keadaan lingkungan tersebut sehingga dapat berguna secara efektif bagi pengusahaan tanaman. Namun demikian, hal ini tidak dapat dilepaskan dari tanaman yang diusahakan itu sendiri.

Pada usaha bercocok tanam tanaman tahunan seperti tanaman jarak pagar terdapat dua cara pokok untuk memanipulasi lingkungan agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, yaitu :

1. Pengaturan populasi tanaman, yang sekaligus pula pengaturan jarak tanam, dan
2. Sistem penanaman (*cropping system*).

Pengaturan populasi yang juga berarti pengaturan kerapatan tanaman dan jarak tanam dapat mempengaruhi tinggi rendahnya produksi tanaman. Peningkatan populasi tanaman, mula-mula akan diikuti oleh peningkatan produksi tanaman per satuan luas, kemudian setelah tercapai titik optimum, penambahan populasi akan mengakibatkan penurunan produksi tanaman tersebut. Sebaliknya produksi per satuan tanaman akan turun secara terus menerus dengan semakin bertambahnya kerapatan tanaman.

Interaksi antara tanaman yang berdekatan sudah pasti akan terjadi. Oleh karena itu, disamping pengaturan kerapatan tanaman, penting pula adanya pengaturan jarak tanam. Pengaturan jarak tanam juga berpengaruh langsung dengan pengaturan atau pengendalian kelembaban di sekitar pertanaman.

Perlunya pengaturan pola penanaman dikarenakan perlunya pemanfaatan dan penggunaan faktor lingkungan. Selain itu juga dikarenakan adanya keuntungan yang menjanjikan bila dua atau lebih jenis tanaman ditanam secara bersamaan ataupun bergiliran secara teratur.

Pengetahuan perihal hubungan terbalik antara pertumbuhan vegetatif dan potensi berbunga pada tanaman tahunan merupakan dasar untuk beberapa praktek budidaya atau tindakan agronomi dalam bercocok tanam. Jika tanaman (pohon) tumbuh sangat vigor dan menghasilkan (membentuk) bunga (buah) dalam jumlah sedikit, maka beberapa tindakan agronomis yang dapat meningkatkan pembungaan adalah:

1. Pemangkasan untuk merangsang pembentukan kuncup atau percabangan,
2. Menurunkan atau meniadakan pemupukan unsur nitrogen,
3. Tidak menjarangkan buah,
4. Penyiangan tanaman pengganggu di sekitar tanaman pokok,
5. Aplikasi beberapa teknik perangsangan pembungaan seperti pembengkakan cabang, penyayatan kulit ataupun menyemprotkan zat pengatur pembungaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albani, MC., G. Coupland. 2010. Comparative Analysis of Flowering in Annual and Perennial Plants. *Current Topics in Developmental Biology*. Vol.91. P:323–348
- Bechtel, H., P. Cribb, dan E. Launert, 1992. *The Manual of Cultivated Species*. Massachusetts: The MIT Press.  
[biodiversity/phenology/index.htm](http://biodiversity/phenology/index.htm). (Diakses Juli 2009)
- Bob dan L. Wellenstein. 2006. Names and Naming. <http://www.ladyslipper.com/name.htm>. (Diakses 18 Maret 2009)
- Comber, J.B. 1990. *Orchid of Java*. Kew: Royal Botanic Gardens.
- Cribb, P. 1998. *The Genus Paphiopedilum*. Kota Kinabalu Sabah: Natural History Publications.
- Dressler, R.L. 1981. *The Orchids Natural History and Classification*. Cambridge: Harvard University Press.
- Fewless, G. 2006. Phenology. <http://www.uwgb.edu/>
- Ginwal, H.S., P.S. Rawat, R.L. Srivastava. 2004. Seed Source Variation in Growth Performance and Oil Yield of *Jatropha curcas* Linn. In Central India. *Silvae Genetica* 53, 4: 186-192.
- Hallauer, A.R. 1981. Selection and Breeding Methods. In Kenneth J. Frey. *Plant Breeding II*. (Ed). by The Iowa State University Press. p: 3-55.
- Hasnam. 2007. Improvement of *Jatropha curcas* L. in Indonesia; promise and performance. Proceeding International Workshop on the Development of the *Jatropha curcas* L. Industry. Hainan Island, China. October 2007. P:28-34.
- Hasnam. 2011. Prospek perbaikan genetik jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Prospektif*. Vol. 10(2): 70-80.
- Kaushik, N., K. Kumar, S. Kumar, and N. Kaushik, and S. Roy. 2007. Genetic variability and divergence studies in seed traits and oil content of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) accessions. *Biomass and Bioenergy* 31: 497-502.

- Lang, A. 1965. Physiology of Flower Initiation. In Lang, A. (Ed). Differentiation and Development. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Liu H., Deng Y., Liao J. 2008. Floral organogenesis of three species of *Jatropha* (Euphorbiaceae). *J. Syst. Evol.* 46:53–61.
- Lovelless, D. Marylin, Grogan, James. 2006. Flowering Phenology, Flowering Neighborhood, and Fruiting in *Swietenia macrophylla*, BigLeaf Mahogany, in Southern Para, Brazil. <http://www.2006.botany.conference.org/engine/search/index.php?func=detail&aid=442>. (Diakses Juni 2009)
- Luo, C.W., K. Li, Y. Chen, Y.Y. Sun & W.Y. Yang. 2007. Pollen viability, stigma receptivity and reproductive features of *J. curcas* L. (Euphorbiaceae). *Acta Bot. Boreo-Occident. Sin.* 27: 1994-2001.
- Lyndon, R. F. 1990. *Plant Development – The Cellular Basis*. London, Unwin Hyman.
- Machfud, M. dan H. Sudarmo. 2009. Skrining daya hasil genotipa terpilih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Inovasi Teknologi dan *Cluster Pioneer* menuju DME berbasis Jarak Pagar. Prosiding Lokakarya Nasional V, Malang, 4 November 2009. p: 80-85.
- Mandal, R. 2005. Energy-Alternatif Solution for India's Needs : Bio-diesel. [www.jatropha.de/schmook1.htm](http://www.jatropha.de/schmook1.htm) [September 2005].
- Mishra, D.K. 2009. Selection of candidate plus phenotypes of *Jatropha curcas* L. using method of paired comparisons. *Biomass and Bioenergy* 33: 542-545.
- Osorio, L.R.M, E.N. van Loo, R.E.E. Jongschaap, R.G.F. Visser, and C. Azurdia. 2008. A to Z of *Jatropha curcas* L. 4. Genetics, breeding and propagation techniques. *Plant Research International*, June 9, 2008.
- Raju, A. J. S.; V. Ezradanam. 1992. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas*. L (Euphorbiaceae). *Current Science* Vol. 83 (11): 1395-1398.
- Ratree, S. 2004. A preliminary study on physic nut (*Jatropha curcas* L.) in Thailand. *Pakistan J. Biol. Sci.* 7:1620-1623.

- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 1986. *Biology of Plant*. Worth Publisher Inc.
- Rice, R.P., L.W. Rice, H.D. Tindall. 1990. *Fruit and Vegetable Production in Warm Climate*. Mac Millan.
- Romli, M. dan B. Haryono. 2009. Respon tiga populasi komposit-2 (IP-2) jarak pagar terhadap pertumbuhan hasil dan kandungan minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer menuju DME berbasis Jarak Pagar. Prosiding Lokakarya V, Malang, 4 November 2009. p: 105-112.
- Ryugo, K. 1988. *Fruit Culture : Its Science and Art*. John Wiley and Sons.
- Santoso, B.B. 2009. Karakterisasi Morfo-ekotipe dan kajian beberapa aspek agronomi jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) di Nusa Tenggara Barat. Disertasi Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- Santoso, B.B. 2010. Deskripsi botani jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Penerbit Arga Puji Press, Mataram, Lombok. 145 Hal. ISBN 978-979-1025-16-4.
- Santoso, B.B., IGP. Muliarta A., IN. Soemeinaboedhy, 2011a. Perbaikan Karakter Hasil Jumlah Kapsul per Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Melalui Seleksi Massa Guna Mendukung Keberhasilan Pengembangannya di Tenggara Barat. Laporan Hasil Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2010-2011.
- Santoso, B.B., IGP. Muliarta A., IN. Soemeinaboedhy, 2011b. Perbaikan hasil jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) Genotipe Nusa Tenggara Barat Melalui seleksi Massa. Poster pada The Indonesia EBTKE Conex 2012 Renewable energy and energy conservation conference and Exhibition . Jakarta 17-19 Juli 2012.
- Santoso, B.B., S. Susanto, B.S. Purwoko. 2011c. Pembungaan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) beberapa Ekotipe Nusa Tenggara Barat. J. Agron. Indonesia. Vol. 39 (3) : 210-216.
- Tabla, V.P. dan C.F. Vargas. 2004. Phenology and phenotypic natural selection on the flowering time of a deceit-pollinated tropical orchid, *Myrmecophila christinae*. Annals of Botany, 94(2): 43250.
- Wang, X-R., Ding, G-J. 2012. Reproductive biology characteristic of *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae). Int. J. Trop. Biol. Vol. 60 (4): 1525-1533.

### **Sumber Pustaka On-Line**

<http://www.artikelsiana.com/2014/12/bagian-bagian-bunga-fungsi-fungsi.html#>

<http://www.uwgb.edu/biodiversity/phenology/index.htm>

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jatropha\\_curcas\\_-\\_female\\_flower\\_%286741394727%29.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jatropha_curcas_-_female_flower_%286741394727%29.jpg)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jatropha\\_curcas\\_-\\_male\\_flower.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jatropha_curcas_-_male_flower.jpg)

# DAFTAR ISTILAH

- Abiotik** adalah sifat tidak hidup seperti batu-batuan, tembok atau bangunan yang merupakan unsure abiotik ekosistem.
- Adaptasi** adalah proses penyesuaian diri pada makhluk hidup dengan lingkungan atau dengan cara hidupnya sehingga dapat terus mempertahankan kehadirannya.
- Akar** adalah bagian dari tumbuh-tumbuhan yang berfungsi untuk menegakkan tumbuhan, menyerap air dan unsur hara yang terlarut di dalamnya, dan bernafas. Pada beberapa jenis tertentu sebagai tempat menimbun cadangan makanan.
- Aksilar**, berasal dari ketiak daun.
- Aktinomorfi**, kelopak bunga dengan berbagai cara dapat dibagi menjadi dua bagian yang setangkup (simetris)
- Antesis**, waktu/saat mahkota bunga mekar yang diikuti gugurnya serbuk sari (polen).
- Apikal**, bagian ujung tumbuhan yang merupakan bagian yang mengandung jaringan untuk pertumbuhan primer bagian bunga (petal, sepal, kepala putik dan benang sari).
- BBM**, bahan bakar minyak
- BBN**, bahan bakar nabati
- Bakal biji**, bagian atau cabang bakal buah pada tumbuhan berbiji yang kelak tumbuh/berkembang menjadi biji setelah terjadi proses pembuahan (*ovule*)
- Bakal buah inferior**, bakal buah yang terletak di bawah penempelan kelopak dan mahkota bunga; contoh: bakal buah pada bunga bakung (*inferior ovary*)
- Bakal buah superior** : bakal buah yang terletak di atas tempat penempelan kelopak dan mahkota bunga; contoh: bakal buah pada bunga sungsgang (*superior ovary*)
- Bakal buah**, bagian pangkal putik yang biasanya mengembung, di dalamnya terdapat bakal biji

dan terdiri atas satu atau beberapa daun buah yang bersatu (*ovary*)

**Batang bunga**, gagang bunga yang tidak berdaun dan umumnya tumbuh langsung dari batang yang terbenam di dalam tanah (*scape*)

**Benang sari semu**, benang sari yang steril (tidak menghasilkan serbuk sari), atau bentuk yang menyerupai benang sari dan terletak pada bagian benang sari suatu bunga; pada bunga *Canna* semua benang sari menyerupai daun mahkota dan berwarna indah (*staminode*)

**Benang sari**, organ bunga yang menghasilkan sel kelamin jantan; benang sari terdiri atas kepala sari dan tangkai sari (*stamen*)

**Benih** adalah bakal biji yang telah dibuahi, terdiri atas embrio yang dilindungi oleh kulit biji yang berasal dari integument.

**Biji**, bentuk tumbuhan dalam stadium embrio yang berasal dari bakal biji, dilengkapi dengan cadangan makanan dan dibungkus oleh kulit biji, tumbuh menjadi tumbuhan baru setelah terlepas dari tumbuhan induknya; lihat **buah** (*seed*)

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

**Bio-energi**. adalah sumberdaya yang berasal dari makhluk hidup, yakni tumbuhan, hewan dan fungi.

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

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

**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

**Biologi**, ilmu yang mempelajari seluk-beluk makhluk hidup, hewan, tumbuhan, dan jasad renik, masing-masing dikenal sebagai zoologi, botani, dan mikrobiologi; juga disebut ilmu hayat (*biology*)

**Bonggol (capitulum)**, suatu bunga majemuk yang menyerupai bunga cawan, tetapi tanpa daun-daun pembalut, dan ujung ibu daun biasanya membengkak, sehingga bunga majemuk seluruhnya berbentuk seperti bola (bunga petai)

**Braktea involukrum**, daun-daun pembalut bunga

**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**, tubuh reproduksi tumbuhan berbiji (Spermatophyta), yang merupakan hasil proses pembuahan; di dalam buah biasanya terdapat satu biji atau lebih; pada umumnya buah terdiri atas kulit buah, daging buah, kulit biji, dan biji yang mengandung lembaga (*fruit*)

**Buah bumbung** : buah berrongga tunggal, berbiji banyak, berasal dari sehelai daun buah yang bila kering merekah pada satu sisi saja (*follicle*)

**Buah buni** : buah yang dindingnya berdaging, lunak, berair, sering berbiji banyak, misalnya pepaya; disebut juga buah baka (*berry*)

**Buah kendaga**, buah kering yang merekah, berasal dari beberapa bakal buah, bila masak daun buahnya masing-masing memisah dan mengandung biji sendiri-sendiri, misalnya buah kapas (*schizocarp*)

**Buah labu**, buah buni yang bagian luar dinding buahnya kaku; contoh: buah jenis tumbuhan dari suku Cucurbitaceae seperti timun, labu, waluh (pepo)

**Buah lobak**, buah kering yang berasal dari dua daun buah; bila matang buah ini merekah pada kedua kampuhnya, berbeda halnya dengan polong, perekahan buah ini mulai dari pangkal dan bijinya melekat pada sekat semu yang membagi buah

menjadi dua ruangan; contoh: lobak(*Raphanus sativus*) (*siliqua*)

**Buah majemuk**, buah yang berasal dari perbungaan yang tiap-tiap bunganya mengandung bakal buah; dalam perkembangan selanjutnya seluruh bakal buah bersatu membentuk satu buah; contoh: murbei (*Morus alba*), nangka, nanas (*compound fruit*)

**Buah polong**, buah yang berasal dari kelompok kacang-kacangan, berbentuk gepeng, terdiri atas dua belahan yang dapat membuka bila kering dan berisi biji sebanyak satu atau lebih; contoh: kacang panjang, petai, dan lamtoro (*legume*)

**Buah semu**, buah yang terbentuk dari bakal buah dan bagian-bagian bunga lainnya, seperti gagang bunga dan kelopak, misalnya buah jambu mete (*pseudocarp*; *accessory fruit*)

**Budidaya-Pembudidayaan**, usaha menanam tanaman atau memelihara ternak dalam lingkungan buatan (*cultivation*)

**Buku (nodus)**, bagian batang tempat duduknya atau melekatnya daun.

**Bulir (spica)**, seperti tandan tetapi bunga tidak bertangkai (bunga jarong)

**Bulir majemuk**, perbungaan bulir yang bercabang-cabang; contoh: bunga jagung (*Zea mays*) (*compound spike*)

**Bulir**, perbungaan yang bercabang-cabang, berbentuk tandan, yang bunga-bunganya tidak bertangkai (*spike*)

**Buliran**, cabang bulir perbungaan rumput, umumnya mengandung beberapa bunga yang disebut floret (*spikelet*)

**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. **Bunga**, pucuk tumbuhan Anthophyta yang bermodifikasi untuk perkembangbiakan; bunga pada umumnya

mempunyai bagian perhiasan bunga yang beraneka ragam bentuk dan warna (*flower*)

**Bunga berputik**, bunga yang hanya mempunyai putik saja, tanpa benang sari (*pistillate flower*)

**Bunga bersari**, bunga yang hanya mempunyai benang sari saja, tanpa putik (*staminate flower*)

**Bunga lengkap**, bunga yang mengandung atau memiliki semua bagian bunga (petal, sepal, kepala putik dan benang sari). Sedangkan **bunga tidak lengkap** adalah bunga yang salah satu atau dua dari bagian bunga tidak ada.

**Bunga periuk (hipantodium)**, bunga dengan ujung tangkai menebal, dan berdaging.

**Bunga sempurna**, bunga yang padanya terdapat kedua jenis kelamin (kepala putik dan benang sari), sedangkan **bunga tidak sempurna** adalah bunga yang hanya memiliki satu diantara kepala putik atau benang sari saja.

**Bunga tangga (cincinus)**, bunga majemuk yang ibu tangkainya bercabang dan selanjutnya cabang cabangnya abercabang lagi, tetapi setiap sekali bercabang membentuk satu cabang saja.

**Bunga tengah**, bunga yang posisinya berada di tengah-tengah sumbu batangnya

**Bunga tunggal**, buah yang berasal dari satu bakal buah saja (bunga kembang sepatu)

**Cawan (anthodium)**, suatu bunga majemuk yang ujung ibu tangkainya lalu melebar dan merata, sehingga mencapai bentuk seperti cawan (bunga matahari)

**Cyathium**, satu bunga betina dikelilingi oleh lima bunga bunga bercabang seling, masing-masing terdiri atas empat bunga 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.

**Bio-energi**, sumber daya yang berasal dari makhluk hidup, yakni tumbuhan, hewan maupun mikroba (fungi).

**Epikalis**, bagian terluar pada kaliks

**Faktor** adalah peubah bebas yang dicobakan dalam percobaan sebagai penyusun struktur percobaan yang dapat berupa peubah kualitatif dan kuantitatif.

**Filamen petaloid**, filament (benang sari) yang menyatu dengan petal

**Filamen**, tangkai sari

**Fotosintesis** adalah peristiwa penggabungan arbondioksida dengan air secara kimiawi dalam klorofil untuk membentuk karbohidrat dengan bantuan cahaya matahari sebagai sinar energi.

**Gamosepalus / sinsepalus**, helaian pada kelopak bunga (sepal) yang berlekatan

**Generatif** adalah tahap pertumbuhan atau bagian dari daun kehidupan pada tumbuhan yang ditandai dengan pembentukan sel kawin (gamet) dalam proses perkawinan secara seksual.

**Genotipe**, komposisi genetik dari suatu tanaman

**Ginofore**, dasar bunga yang mengalami pemanjangan diantara benang sari dan putik

**Ginostemium**, benang sari berlekatan menjadi satu dengan putik membentuk suatu badan

**Individu**, satuan terkecil makhluk hidup.

**Induksi**, inisiasi dari suatu proses khusus yang menghasilkan perkembangan dari suatu organ.

**Interaksi**, hubungan timbal balik yang menimbulkan saling ketergantungan.

**Jaringan**, sekumpulan sel yang bentuk dan fungsinya sama; merupakan unsur pembentuk alat atau bagian tubuh

**Kelembaban relatif** adalah perbandingan antara tekanan uap diudara pada suhu tertentu dengan tekanan uap pada kondisi jenuh.

**Kelembaban mutlak** adalah jumlah air (Kg) yang dikandung oleh 1 Kg udara kering (Kg air/Kg u.k). Kelembaban mutlak menunjukkan banyaknya air yang dikandung oleh udara kering.

**Klorosis** adalah dengan gejala hilang/rusaknya sebagian atau seluruh warna hijau, bagian-bagian yang biasanya berwarna hijau menjadi kuning kehijauan, kuning atau putih; penyakit ini disebabkan oleh

tertundanya pembentukan klorofil, antara lain karena kekurangannya cahaya.

**Konektivum**, penghubung tangkai sari dan kepala sari  
**Kormus**, tumbuhan yang mempunyai akar, batang, dan daun sejati.

**Kromosom**, benang-benang pembawa sifat yang ada di dalam inti sel.

**Labelum**, bibir bunga

**Malai (panicula)**, ibu tangkainya mengadakan percabangan secara monopodial, demikian pula cabang-cabangnya, sehingga suatu malai dapat disamakan dengan suatu tandan majemuk

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

**Meristematik**, jaringan yang sel-selnya selalu membelah diri.

**Metabolisme**, reaksi-reaksi kimiawi di dalam tubuh yang terdiri dari reaksi penyusun (anabolisme) dan penguraian (katabolisme).

**Monodelfus**, benang sari terdiri satu tungkai

**Monokasium**, ibu tangkai hanya mampu mempunyai satu cabang

**Monokotil** adalah sekelompok tumbuhan berbunga yang bijinya hanya memiliki satu kotiledone.

**Nektarium**, kelenjar madu

**Ovarium inferum**, bakal buah tenggelam

**Ovarium periginus**, ovarium sama tinggi atau lebih tinggi sedikit dengan perhiasan bunga lainnya

**Ovulum**, bakal biji

**Pediselus**, tangkai bunga

**Pembastaran**, persilangan untuk menghasilkan individu baru.

**Pembuahan**, bersatunya gamet jantan dan gamet betina yang menghasilkan zigot (*fertilization*) **Pembuahan disperma**, pembuahan sel telur oleh dua spermatozoa; juga disebut dispermi (*dispermic fertilization*) **Pembuahan silang**, perpaduan antara gamet jantan dan gamet betina yang berasal dari individu yang berlainan dari jenis yang sama (*cross-fertilization*)

- Perbungaan rasemosa**, bunga majemuk yang ibu tangkainya dapat tumbuh terus, dengan cabang-cabang yang dapat bercabang lagi atau tidak, dan mempunyai susunan “*acropetal*”
- Perbungaan simosa**, bunga majemuk yang ujung ibu tangkainya selalu ditutup dengan suatu bunga, jadi ibu tangkainya mempunyai pertumbuhan yang terbatas
- Perbungaan**, sekelompok bunga yang terdapat pada gagang yang sama, tersusun menurut aturan tertentu; perbungaan sering juga disebut bunga majemuk atau karangan bunga (*inflorescence*)
- PerMen**, Peraturan Menteri
- Persilangan**, perkawinan silang, perkawinan antarindividu yang memiliki sifat beda.
- Polipetal/diapetal**, helaian pada kelopak buanga (sepal) yang terpisah
- Pollinia**, serbuk sari yang berbentuk gumpalan
- Primordia**, sekelompok sel yang telah mulai berkembang menjadi organ.
- Reseptakulum**, ujung distal dari tangkai bunga yang membesar atau membengkak dan meluas (dasar bunga)
- Rostelum**, bagian dari struktur bunga yang memisahkan serbuk sari dengan kepala putik satu atau dua dari bagian bunga tidak ada. Sedangkan **bunga tidak lengkap** adalah bunga yang salah
- Sel**, adalah massa protoplasma yang dikelilingi oleh membran plasma (hewan), pada tumbuhan seperti pada hewan, tetapi disini dikelilingi lagi oleh dinding sel yang terdiri atas selulosa dan kitin
- Sentralis**, letak plasenta yang mengumpul di tengah
- Stamenodium**, benang sari yang perkembangannya tidak sempurna
- Stilus petaloid**, stilus (putik) yang menyatu dengan petal
- Stilus**, kepala putik
- Tepal**, helaian perhiasan bunga yang tidak dapat dibedakan sepal dan petalnya
- Tetradinamus**, benang sari terdiri dari 4 yang panjang dan 3 yang pendek

**Tongkol (spadix)**, seperti bulir, tetapi ibu tangkai besar, tebal, dan sering kali berdaging (bunga jagung).

**Tumbuhan berumah dua**, tumbuhan yang hanya memiliki salah satu alat perkembangbiakan; alat perkembangbiakan jantan saja atau alat perkembangbiakan betina saja.

**Tumbuhan berumah satu**, tumbuhan yang dalam satu individu memiliki bunga jantan dan bunga betina.

**Untai (amentum)**, seperti bulir, tetapi ibu tangkai hanya mendukung bunga-bunga yang berkelamin tunggal, dan runtuh seluruhnya

# INDEKS

Agronomi 53  
Aksilar 27, 32  
Antesis 30, 34, 35, 38, 40  
Apical (Apikal) 11, 25, 27  
Bakal biji 14, 15  
Bakal buah 14, 15, 16, 30, 34, 41, 42, 44  
Bakal buah 14, 15, 16, 30, 34, 41, 42, 44, 45, 46  
Benang sari 11, 12, 14, 15, 16, 41, 45  
Betina 8, 9, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28,  
29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 45, 46  
Biji 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 21, 25, 32, 36, 43, 47  
Biodiesel 5, 6  
Bioenergi 4  
Bioetanol 4, 6  
Biologi 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 22, 39, 44  
Buah (pembuahan, dibuahi, berbuah, berbuah, membuahi) 7,  
8, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 27, 28, 30, 31, 33, 34,  
36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 51, 53  
Budidaya 4, 8, 9, 39, 46, 51, 53  
Bunga (pembungaan) 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,  
18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32,  
33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47,  
48, 49, 50, 51, 53  
Bunga lengkap 12, 16  
Bunga sempurna 12, 13, 14  
Bunga tidak lengkap 16  
Cuaca 37, 50  
Curah hujan 31, 36, 45, 46, 50, 51  
Energi 3, 4, 5  
Filament 14, 15  
Fisiologi 11, 24, 26, 39, 42  
Fruit set 7, 9, 21, 40  
Generatif 13, 15, 18, 25, 43, 47, 49  
Genotipe 6, 7, 8, 10, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 30, 31, 33,  
34, 35, 37, 38, 43  
Gugur (keguguran) 9, 21, 40, 44, 45, 46  
Hama 44, 45, 51  
Individu 11, 19, 20, 21, 25  
Induksi 11, 25, 26, 48, 50  
Intensitas 49, 51



Interaksi (berinteraksi) 40, 45, 52  
Jantan 8, 9, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28,  
29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 45, 46  
Jaringan 25, 50  
Kemarau 31, 32, 43, 46  
Kritis 3, 4, 5, 12, 26, 50  
Kuncup 14, 16, 18, 26, 28, 29, 30, 33, 34, 40  
Kuntum 13, 33  
Lebah 37, 41, 45, 49  
Maksimum 29, 34, 48  
Malai 8, 9, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 28, 29, 31, 32, 33,  
34, 36, 37  
Mekar 14, 16, 20, 25, 26, 28, 29, 30, 34, 36, 37, 38, 40, 41,  
46, 47, 48  
Minimum 36, 48  
Optimum 48, 52  
Penyakit 44, 45, 51  
Pola 8, 27, 52  
Primer 43, 44  
Produksi (berproduksi) 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 21, 26, 27, 36,  
45, 47, 49, 51, 52  
Pucuk 11, 25, 27, 49  
Putik 11, 12, 14, 15, 21, 22, 27, 41, 45, 46, 50  
Rasio 9, 35, 36  
Rontok (kerontokan) 8, 28, 29, 30, 34, 35, 40, 41, 42, 46, 47  
Serangga 27, 37, 41, 45, 51  
Serbuk sari 14, 15, 22, 27, 30, 47, 48, 50  
Skunder 44  
Tangkai (bertangkai)n 11, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 25, 28,  
29, 30, 33  
Tangkai sari 14, 15  
Tepung sari 41, 50  
Terbalik 53  
Tertier 44  
Unsur hara 36, 42, 43  
Vegetatif 11, 25, 26, 42, 47, 48, 49, 53  
Viable 46



**Bambang Budi Santoso**, dilahirkan di Mataram, pada tanggal 10 Juni 1963. Seluruh pendidikan dasarnya diselesaikan di Kota Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat. Lulus sebagai Sarjana Pertanian (Agronomi) Fakultas Pertanian Universitas Mataram pada tahun 1987. Pendidikan S-2 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 tahun 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 “Pembungaan Tanaman Jarak Pagar Nusa Tenggara Barat” ini merupakan buku mengenai jarak pagar yang diterbitkan tahun 2015 setelah buku berjudul “Tinjauan Agronomi dan Teknologi Budidaya Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)” yang telah diterbitkan pada tahun 2011, dan “Grafting-Teknik Memperbaiki Produktivitas Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)” yang telah diterbitkan pada tahun 2013.



**I Gusti Made Arya Parwata**, dilahirkan di Perasi, Karangasem, Bali pada tanggal 26 Maret 1963. Pendidikan dasar hingga menengah diselesaikan di Karangasem, Bali. Lulus sebagai Sarjana Pertanian (Agronomi) Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram pada tahun 1987. Gelar Master pada bidang *Agriculture (Seed Technology)* diraih dari *School of Natural Resources and Vetenary Science*, The University of Queensland, Australia pada tahun 2001. Program Doktor bidang Agronomi diselesaikan pada Sekolah Pascasarjana UGM, Yogyakarta, pada bulan Januari 2011. Hingga saat ini, tercatat sebagai Dosen Tetap pada Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Buku berjudul “Pembungaan Tanaman Jarak Pagar Nusa Tenggara Barat” merupakan buku kedua yang diterbitkan bersama penulis di atas, setelah buku berjudul “Grafting-Teknik Memperbaiki Produktivitas Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)” yang telah diterbitkan pada tahun 2013.