



Bambang B. Santoso, dilahirkan di Mataram pada 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 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 doktornya diselesaikan pada Desember 2008 pada

bidang Agronomi (Ilmu Tanaman) di Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. Ilmunya diterapkan di Fakultas Pertanian Universitas Mataram sebagai staf pengajar di Jurusan Budidaya Pertanian, sejak 1987. Buku ini "Tinjauan Agronomi dan Teknologi Budidaya Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)" merupakan salah satu karya dari dua buku mengenai jarak pagar yang telah diterbitkan.

TINJAUAN AGRONOMI dan TEKNOLOGI BUDIDAYA JARAK PAGAR *Jatropha curcas* L.

Bahan Bakar Nabati (BBN) adalah salah satu sumber alternatif Bahan Bakar Minyak (BBM) yang sifatnya ramah terhadap lingkungan, kini dikembangkan demi memenuhi kebutuhan manusia terhadap energi. Salah satu tanaman sumber BBN tersebut adalah tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Agar supaya usaha budidaya tanaman ini berhasil dan memberikan keuntungan bagi yang mengusahakannya, maka pemahaman yang baik terhadap aspek agronomi sangat diperlukan.



Penerbit Arga Puji Press

Jl. Rinjani 11, Perumahan BSA II, Blencong, Gunung Sari Lombok Barat.
Tlp: 081931234271, e-mail: gugurmayang@yahoo.com
web site: www.arga puji.com

ISBN: 978-979-1025-17-1

TINJAUAN AGRONOMI dan TEKNOLOGI BUDIDAYA JARAK PAGAR *Jatropha curcas* L. Bambang B. Santoso



TINJAUAN AGRONOMI dan TEKNOLOGI BUDIDAYA JARAK PAGAR *Jatropha curcas* L.

Bambang B. Santoso



**TINJAUAN AGRONOMI
DAN
TEKNOLOGI BUDIDAYA
JARAK PAGAR
*JATROPHA CURCAS L.***

**TINJAUAN AGRONOMI
DAN
TEKNOLOGI BUDIDAYA
JARAK PAGAR
*JATROPHA CURCAS L.***

Oleh:
Babang B. Santoso



Arga Puji Press

**TINJAUAN AGRONOMI Dan TEKNOLOGI BUDIDAYA
JARAK PAGAR *Jatropha curcas* L.**

Oleh:

Bambang B. Santoso

Desain Sampul:

M. Tahir

Penerbit Arga Puji Press, Mataram, Lombok

Jl. Rinjani 11, Perumahan Bumi Selaparang Asri, Midang,

Gunung Sari Lombok Barat, Tlp: 081931234271.

e-mail: gugurmayang@yahoo.com

web site: www.argapuji.com

Cetakan Pertama, Juli 2011

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

All Rights Reserved

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Bambang B. Santoso

TINJAUAN AGRONOMI Dan TEKNOLOGI BUDIDAYA

JARAK PAGAR *Jatropha curcas* L.- Lombok Barat NTB:

Penerbit Arga Puji Press, 2010

x + 140 hlm. 26 cm x 15 cm.

ISBN: 978-979-1025-17-1

1. TINJAUAN AGRONOMI Dan TEKNOLOGI BUDIDAYA

JARAK PAGAR *Jatropha curcas* L.

1. Judul

KATA PENGANTAR

Terjadinya pelonjakan harga Bahan Bakar Minyak (BBM) beberapa tahun belakangan ini membuka peluang bagi Bahan Bakar Nabati (BBN) termasuk biodisel untuk mulai berperan. Oleh karena itu, demam biodisel akhirnya melanda dunia termasuk Indonesia. Namun demikian, informasi maupun teknologi untuk mendukung percepatan pengembangan tanaman sumber bahan bakar nabati (biodisel) ini, yang salah satunya adalah Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.), tidak berjalan harmonis dengan peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak tersebut.

Walaupun tanaman jarak pagar telah merakyat di Indonesia, sampai saat ini teknik budidaya tanaman jarak pagar belum banyak diketahui dengan baik, termasuk karakterisasi tanaman yang telah tumbuh dan berkembang di berbagai daerah di Indonesia. Penerbitan buku ini bertujuan untuk menyampaikan beberapa aspek agronomi yang diharapkan dapat diaplikasikan dalam berbudidaya tanaman jarak pagar. Tentunya, informasi yang disampaikan dalam buku ini masih jauh dari memadai, namun setidaknya mampu mengisi kesenjangan informasi aspek-aspek agronomi yang diperlukan bagi upaya pengembangan tanaman ini.

Secara keseluruhan isi buku ini bersumber dari hasil penelitian dalam rangka penulisan disertasi penulis. Pengayaan isi buku inipun merupakan hasil penelitian sebelum dan sesudah menyelesaikan penulisan disertasi, dan juga hasil penelitian dan pemikiran para pakar jarak pagar. Buku ini diawali dengan uraian pentingnya tanaman jarak pagar dikembangkan sebagai salah satu sumber biodisel, asal usul dan keragaman jenis tanaman jarak pagar, lingkungan tumbuh, dan dilengkapi dengan aspek botani dan morfologi tanaman. Pada bab berikutnya dipaparkan pula aspek-aspek agronomi yang mencakup perkecambahan biji, pembibitan dan pertumbuhan bibit, pertumbuhan dan perkembangan tanaman baik yang berasal dari biji maupun berasal dari stek batang, pemangkasan tajuk, dan pengaturan jumlah buah per tanaman, serta beberapa aspek agronomi lainnya.

Penerbitan buku jarak pagar ini diilhami dari penulisan disertasi penulis terhadap aspek agronomi tanaman jarak pagar. Oleh karena itu, penulis pada kesempatan ini menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Bambang S. Purwoko, Dr. Hasnam, APU., Prof. Dr.

Slamet Susanto, dan Dr. Hariyadi yang telah memberikan semangat dan koreksi terhadap bahan dasar, serta inspirasi penulisan buku ini. Terima kasih kepada Dr. Ince Raden, Dr. Iskandar Lapanjang, Dr. Ketut Ardana, dan Dr. Sri Hartati, serta rekan-rekan sejawat yang telah memberikan masukan maupun referensi sangat berguna bagi pengayaan bahan penulisan buku ini.

Kepada Ir. Hayati (istri), Rizki Primaditya Hasanto, dan Ananta Ditoaji Hasanto (anak-anak) penulis membagi rasa bahagia dan terima kasih atas pengertian, cinta, dan kesabarannya yang luar biasa. Kepada Marsimin R. dan I. Gusti Ayu Made Wati (bapak-ibu) terima kasih atas segala doa yang diijabah dan kasih sayang. Karya ini kupersembahkan untuk kalian.

Hal yang pasti, ibarat tak ada gading yang tak retak, maka karya ini adalah sebuah karya manusia yang pasti pula akan ada banyak kekurangannya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat diharapkan.

Seraya mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya penerbitan buku ini, harapan penulis semoga buku ini dapat menjadi amal sholeh bagi kami dalam pandangan Tuhan yang Maha Esa, dan bermanfaat bagi halayak yang berminat untuk mengenal, mengembangkan tanaman ini di Indonesia, bahkan meneliti 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, Juni 2011
Penulis

Bambang B. Santoso

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Pengembangan	1
B. Mengapa Biodisel Jarak Pagar	4
C. Kebutuhan Dasar Pengembangan	5
BAB 2. KERAGAMAN JENIS DAN PERKEMBANGAN GENETIK TANAMAN JARAK PAGAR	7
A. Keragaman Jenis	8
B. Karakter Agronomi Jarak Pagar	13
C. Perkembangan Pemuliaan Tanaman Jarak Pagar	26
BAB 3. LINGKUNGAN TUMBUH	31
BAB 4. DESKRIPSI BOTANIS JARAK PAGAR	37
A. Kecambah Jarak Pagar	37
B. Batang	38
C. Daun	41
D. Akar	45
E. Bunga	46
F. Buah dan Biji	54
BAB 5. PERKECAMBAHAN BIJI JARAK PAGAR	59
A. Tahapan Perkecambahan	60
B. Pengaruh Umur Simpan Benih	64
C. Pengaruh Fase Perkembangan Semai Saat Penyapihan terhadap Pertumbuhan Bibit	66
D. Pengaruh Kedalaman dan Posisi Tanam Benih	70
E. Penyebab Penurunan Viabilitas Benih	76

BAB 6.	PESEMAIAN DAN PEMBIBITAN	79
	A. Perbanyak Generatif dan Perbanyak Vegetatif	80
	B. Tinjauan Bahan Perbanyak dan Macam Media Pembibitan	83
	C. Tinjauan Ukuran Stek Batang sebagai Bahan Perbanyak	86
BAB 7.	PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JARAK PAGAR	95
	A. Pertumbuhan dan Hasil beberapa Aksesori Jarak Pagar	96
	B. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Asal Stek dan Biji	100
BAB 8.	PEMANGKASAN TANAMAN	109
	A. Pentingnya Pemangkasan pada Tanaman Jarak Pagar	110
	B. Pembentukan Tajuk Tanaman jarak Pagar Melalui Pemangkasan	111
	C. Peningkatan Hasil Biji Tanaman Jarak Pagar Akibat Pemangkasan	114
BAB 9.	MENINGKATKAN PANENAN MELALUI PENGATURAN JUMLAH BUAH PER MALAI	119
	A. Tinjauan Pemangkasan Daun-Buah	119
	B. Pengaruh Penjarangan Buah terhadap Hasil Jarak Pagar	121
BAB 10.	TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN JARAK PAGAR	127
	A. Pembibitan	127
	B. Persiapan Lahan	131
	C. Penanaman	132
	D. Penyiangan	134
	E. Pemupukan	135
	F. Pemangkasan	135
	G. Pengairan	136
	H. Pengendalian Hama Penyakit	137
	I. Panen	140

BAB 10. ANALISIS SWOT PENGEMBANGAN JARAK PAGAR	143
A. Analisis SWOT	143
B. Bagaimana Pengembangan Jarak Pagar	145
DAFTAR PUSTAKA	151
ISTILAH-ISTILAH	163

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Macam jenis jarak yang banyak ditemui tumbuh dan berkembang di Indonesia	10
2. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar aksesi Lombok Barat	20
3. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar ekotipe Lombok Tengah	20
4. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar genotipe Lombok Timur	21
5. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar genotipe Sumbawa	21
6. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar genotipe Bima	22
7. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar genotipe Palu	22
8. Tanaman jarak pagar umur 2 bulan setelah pindah tanam sudah berbunga (kiri) dan tanaman jarak pagar berumur 1 tahun setelah pindah tanam belum berbunga (kanan)	25
9. Perbedaan (keragaman) tinggi tanaman jarak pagar genotipe NTB pada saat berumur 20 bulan setelah pindah tanam	26
10. Tanaman jarak pagar hasil seleksi massa populasi Jatitujuh (Cane-Top)	27
11. Penampilan tanaman jarak pagar berumur 18 bulan yang tumbuh di lahan kering dengan hanya mengandalkan air hujan sebagai sumber pengairannya (Atas), dan penampilan tanaman yang mendapatkan air pengairan dari irigasi <i>big gun sprinkler</i> (Bawah)	34

12. Penampilan tanaman jarak pagar pada lahan kering berpasir dengan sistim pengairan tetes	34
13. Tanaman jarak pagar dapat tumbuh baik di daerah bukit berbatu karang di pinggiran pantai	35
14. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar di bawah naungan. Tanaman nampak kurus meninggi dan sangat terhambat berbunga sehingga produktivitasnya sangat rendah	35
15. Kecambah biji jarak pagar dengan 1 buah akar tunjang dan 4-7 buah akar lateral	36
16. Tanaman jarak pagar dengan percabangan primer pada pangkal batang saat berumur 18 bulan setelah pindah tanam	39
17. Percabangan primer dan sekunder jarak pagar	40
18. arak pagar yang dipangkas pada saat dua minggu setelah pindah tanam pada ketinggian dari permukaan tanah yang berbeda. B. Tanaman jarak pagar yang tidak dipangkas menunjukkan berbagai perbedaan tipe	41
19. Contoh helaian daun jarak pagar genotipe Lombok Barat, NTB	42
20. Pola pertumbuhan daun jarak pagar	43
21. Ilustrasi percabangan dan jumlah daun terbentuk pada tanaman jarak pagar	44
22. Sistem perakaran tunggang pada tanaman asal biji dan sistim perakaran adventif pada tanaman asal stek batang	46
23. Skema bunga majemuk bercabang seling (<i>cyathium</i>). Satu bunga betina dikelilingi oleh beberapa bunga jantan	48

24. Bunga jantan (kiri), betina (tengah), dan hermaprotid (kanan) jarak pagar	49
25. Matrik pembungaan dan pembuahan pada beberapa jarak pagar aksesori (genotipe) ekotipe Nusa Tenggara Barat	50
26. Pembungaan di musim kemarau (periode pembungaan ke-3) yang meng-hasilkan kapsul dengan biji yang sangat kecil/keriput atau kapsul/biji kopong	50
27. Buah kotak jarak pagar dengan 2-3 biji di dalamnya	54
28. Biji Jarak Pagar (kiri) secara umum terdiri dari kernel (tengah) dan kulit biji (kanan)	55
29. Bagian-bagian biji jarak pagar	56
30. Tahapan pertumbuhan dan perkembangan kapsul jarak pagar	57
31. Pola pertumbuhan dan perkembangan kapsul dan biji jarak pagar mengikuti pola sigmoid	57
32. Proses perkecambahan biji jarak pagar	61
33. Selama proses perkecambahan kotiledon atau daun biji mengalami perubahan warna	61
34. Grafik perubahan berat kering (bahan tersimpan) (atas) dan kandungan minyak kernel (bawah) biji jarak pagar selama perkecambahan dan pertumbuhan semai	62
35. A. Kondisi pesemaian di bedengan, B. Biji yang telah direndam selama satu malam, C. Biji telah berkecambah (stadia bintang), D. Kecambah pada fase pancing, E. Semaian dengan daun kotiledon telah mekar, dan F. Bibit dengan satu daun sempurna telah mekar	67

36. Posisi benih saat penanaman	71
37. Kondisi pertumbuhan dan perkembangan semai dengan posisi benih mikrofil di bawah	73
38. Sistem perakaran bibit tanaman jarak pagar dari posisi benih yang berbeda	74
39. Bahan perbanyak tanaman jarak pagar adalah stek batang (kiri) dan biji (kanan)	82
40. Pesemaian perbanyak generatif (biji) pada saat 10 hari setelah tanam (atas) dan pesemaian perbanyak vegetatif dengan stek batang (bawah)	82
41. Kondisi bibit jarak pagar umur 2 bulan asal biji (kiri) dan stek batang (kanan). Perakaran bibit jarak pagar umur 2 bulan asal biji dan asal stek pada berbagai macam media	84
42. Berbagai ukuran stek batang jarak pagar	88
43. Kondisi bibit tanaman jarak pagar saat umur 2 bulan setelah tanam stek	92
44. Kondisi tanaman jarak pagar saat berumur 18 bulan setelah pindah tanam	100
45. Kondisi tanaman jarak pagar pada saat berumur 2 tahun yang berasal dari perbanyak stek batang (kiri), berasal dari biji (tengah), dan berasal dari biji yang kemudian bibit dipangkas saat pindah tanam (kanan)	103
46. Kondisi pertumbuhan satu tahun setelah dilakukan pemangkasan total pada berbagai ketinggian dari permukaan tanah	111
47. Tanaman jarak pagar berumur 2,5 tahun yang tidak dipangkas (kiri) dan tanaman jarak pagar yang dipangkas (kanan)	113

48. Pemangkasan total tanaman jarak pagar yang telah berumur dua tahun	114
49. Malai dengan jumlah kapsul yang berbeda (dari kiri ke kanan: jumlah kapsul 5, 10, 15, 20, dan 25 per malai).....	120
50. Tiga tahapan perkembangan kapsul pada masing-masing muatan per malai	123
51. Pengaruh jumlah kapsul per malai pada pola kadar sukrose daun atas (A) dan daun tengah (B), dan kadar pati daun atas (C) dan daun tengah (D)	124
52. Bahan perbanyak tanaman jarak pagar. Biji yang diperoleh dari kapsul yang telah masak atau berwarna kuning (atas), dan bahan stek batang diambil dari percabangan primer dan skunder yang dikelompokkan berdasarkan ukuran diameternya	129
53. Pembibitan dengan bahan perbanyak berupa stek batang. Polibag dengan media tanam yang dipersiapkan (kiri), bahan stek batang yang telah tertanam (kanan).....	130
54. Bibit tanaman jarak pagar yang telah berumur 2,5 bulan. Bibit asal stek batang pada berbagai ukuran bahan (kiri) dan asal biji (kanan).....	130
55. Lahan areal penanaman yang belum diolah (atas) dan lahan setelah pengolahan (kanan).....	131
56. Lubang tanam yang dibuat seukuran mata pacul	132
57. Pindah tanam pada sistim pengolahan tanah di sekitar lubang tanam (atas) dan tanaman berumur 4-5 bulan setelah tanam (bawah).....	133

58. Hama penghisap buah - Kepik Lembang (<i>Chrysochoris javanus</i> Westw). Keberadaannya pada musim penghujan.....	138
59. Hama kutu bertepung putih atau kutu dompolan (<i>Ferrisia virgata</i> Cockerell).....	138
60. Hama Uret yang menggerek pangkal akar (<i>Lcucophozis</i> sp. dan <i>Exopholis</i> sp.).....	139
61. Akarina – Tetranychus sp. menyebabkan daun kaku dengan permuka-annya kasar dan tumbuh tidak normal.....	139
62. Kapsul yang terinfeksi jamur tepung – <i>Oidium</i> sp.....	139
63. Gejala penyakit pada daun yang terinfeksi <i>Xanthomonas ricinicola</i> (kanan) dan terinfeksi <i>Helminthosporium</i> sp. (kiri).....	140
64. Kondisi malai dengan tingkat kematangan kapsul yang dapat dipanen seluruhnya yaitu dengan cara memotong seluruh malai kapsul.....	141
65. Kapsul yang dipanen pada tingkat kematangan yang optimal (kiri), biji jarak pagar yang diperoleh dari kapsul yang telah masak optimal (tengah), dan kulit kapsul yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos maupun bakar bakar tungku.	141
66. Pertanaman jarak pagar umur 2 tahun di kawasan Kabupaten Lombok Utara NTB, saat musim penghujan	147
67. Kondisi tanaman jarak pagar umur 3 tahun di kawasan kabupaten Lombok Utara di saat musim kemarau. Tanaman menggugurkan seluruh daunnya	148

68. Tanaman jarak pagar ditanam di pematang sawah tadah hujan di kawasan Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur NTB	148
69. Tanaman jarak pagar produktif, yaitu tanaman yang sebagian besar percabangan diikuti dengan malai yang produktif berisikan lebih dari 15 kapsul per malai	149

BAB 1

PENDAHULUAN

Isi Bab

Bab ini menjelaskan mengapa tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) penting bagi usaha pemenuhan kebutuhan bahan bakar (energi) di Indonesia bahkan di Dunia. Minyak biji jarak pagar merupakan salah satu tanaman sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti solar maupun minyak tanah, dan merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan. Bab ini juga menjelaskan kebutuhan dasar dari pengembangan tanaman jarak pagar di Indonesia

Tujuan

Setelah membaca materi bab ini, para pembaca diarahkan untuk dapat memahami :

- Krisis bahan bakar minyak yang terjadi dan dialami negara Indonesia
- Pentingnya tanaman jarak pagar sebagai sumber alternatif bahan bakar nabati
- Pentingnya pemahaman kebutuhan dasar yang diperlukan dalam rangka pengembangan tanaman jarak pagar sebagai sumber bahan bakar nabati di Indonesia

A. Latar Belakang Pengembangan

Beberapa tahun terakhir ketergantungan Indonesia terhadap minyak bumi sudah cukup tinggi meskipun dahulu Indonesia sebagai negara pengekspor. Bahan Bakar Minyak (BBM) yang dikonsumsi Indonesia mengalami peningkatan, dari 50,78 juta kiloliter pada tahun 1999, menjadi sekitar 60,14 juta kiloliter pada tahun 2004, atau terjadi peningkatan kebutuhan konsumsi sekitar 1,88 juta kiloliter BBM per tahun (3,5 persen per tahun). Pada tahun 2010 kebutuhan BBM diproyeksikan sekitar 80 juta kiloliter, dan kebutuhan tersebut sampai dengan 2025 terus meningkat. Produksi minyak (sekitar 40 juta kiloliter) tidak dapat lagi mencukupi kebutuhan dalam negeri tersebut dan pada saat ini, dari setiap sepuluh liter minyak mentah yang

dibakar hanya dapat digantikan sekitar empat liter minyak mentah cadangan baru, sehingga persediaan minyak diduga hanya akan cukup untuk memenuhi kebutuhan konsumsi hingga 20 tahun ke depan.

Pertumbuhan konsumsi yang sangat cepat terhadap minyak dan pada sisi lainnya pasokan bahan bakar minyak (BBM) bumi yang tidak dapat diperbaharui dan jumlahnya semakin berkurang menyebabkan kesulitan dalam perekonomian Indonesia dan terancam krisis BBM. Sebagai alternatif pemecahannya pemerintah berusaha mencari sumber-sumber bahan bakar alternatif yang mungkin untuk dikembangkan.

Salah satu sumber bahan bakar alternatif yang dikembangkan adalah Biofuel atau Bahan Bakar Nabati (BBN) karena bersifat ramah lingkungan dan dapat diperbaharui dibandingkan dengan solar atau petroleum diesel, serta pengembangannya akan berdampak luas terhadap aspek ekonomi masyarakat. Pemanfaatan bahan bakar ramah lingkungan harus dilakukan dan hal ini sesuai dengan komitmen Protokol Kyoto dan Mekanisme Pembangunan Bersih. Oleh karena itu, Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, menetapkan target energi nasional 2025 berbasis BBN sebesar minimal 5 persen atau sekitar 23 juta kiloliter dari total kebutuhan nasional. Sumber BBN khususnya biodiesel tersebut ditetapkan pula adalah kelapa sawit dan jarak pagar (*Jatropha curcas* L).

Selain daripada persoalan pemenuhan kebutuhan BBM, krisis keuangan global membawa dampak di sektor pertanian berupa turunya permintaan terhadap komoditas pertanian. Oleh karena itu, perlu adanya langkah-langkah dalam rangka pencegahan dan pengurangan dampak krisis ekonomi tersebut. Langkah-langkah tersebut harus mampu melindungi produsen (petani) pada sisi *supply* serta konsumen (masyarakat) pada sisi *demand*. Langkah-langkah pencegahan turunya permintaan akibat dampak krisis di sektor pertanian dilakukan melalui pemantapan ketahanan pangan nasional, peningkatan kualitas dan daya saing komoditas perkebunan nasional.

Terkait komoditas perkebunan, maka langkah strategi yang dapat ditempuh untuk mendukung peningkatan daya saing komoditas perkebunan adalah dengan: a) mengefektifkan penerapan teknologi perkebunan dan mengefisienkan usaha perkebunan, dan b) mempromosikan komoditas dan produk perkebunan di pasar internasional dan dalam negeri, baik yang telah dikuasai maupun yang

masih berupa alternatif atau tambahan. Sebagai salah satu komoditas perkebunan yang baru dan memiliki peluang sangat baik untuk dikembangkan, maka jarak pagar perlu dipersiapkan sebagai salah satu komoditas perkebunan unggulan yang dapat menjawab tantangan krisis global ini.



Gambar 1. Tanaman jarak pagar berumur 3 tahun (atas), kapsul (buah) yang telah masak dan siap panen (kiri bawah), biji-biji pada kapsul (tengah bawah), dan biji-biji yang telah dipisahkan dari kulit buah kapsul.

B. Mengapa Biodisel Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

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 tanaman jarak pagar diharapkan dapat menciptakan lapangan kerja maupun konservasi. Sehubungan dengan semakin meningkat kebutuhan BBM, tanaman ini dapat menjadi tambahan sumber minyak.

Pengusahaan tanaman jarak sebagai sumber bahan bakar tidak akan mengganggu penyediaan kebutuhan minyak makan nasional, kebutuhan industri oleokimia, dan ekspor *crude palm oil* (CPO), serta meningkatkan keamanan lingkungan melalui pengurangan produksi polutan dari penggunaan bahan bakar fosil. Oleh karena itu, budidaya tanaman ini diharapkan tidak hanya mampu menyediakan sumber bahan bakar alternatif atau substitusi, tetapi dapat juga meningkatkan pembangunan perdesaan sekaligus membuka lapangan pekerjaan, tambahan penghasilan masyarakat (khususnya petani), dapat menanggulangi kemiskinan dan penambahan hasil devisa, serta memperbaiki lingkungan.

Jadi secara lebih rinci, terdapat beberapa alasan yang bersifat unggul dari tanaman ini dijadikan sebagai sumber alternatif bahan biodiesel, yaitu :

1. Biodiesel jarak pagar atau sering dikenal *curcas biodiesel* merupakan energi produk pertanian yang dapat diperbaharui,
2. Biodiesel jarak pagar tidak beracun dan mudah terurai, kadar sulfur sangat rendah, volatilitas rendah, dan kandungan oksigen yang rendah sehingga menjamin pembakaran yang lebih sempurna,
3. Biodiesel jarak pagar dapat dicampur dengan minyak disel biasa,
4. Emisi biodiesel jarak pagar bersih sehingga mengurangi polusi udara, sehingga produknya mudah diterima pasar global karena bersifat ramah lingkungan,
5. Produksi minyak jarak pagar dapat dilakukan secara lokal bahkan dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah untuk keperluan lokal,
6. Usaha pengembangan jarak pagar sebagai bahan biodiesel dapat membantu membuka lapangan pekerjaan di daerah pengembangan (penanaman),
7. Tanaman jarak pagar mudah ditanam dan dapat tumbuh pada hampir semua jenis tanah,
8. Tanaman jarak pagar juga mudah diperbanyak, tidak disukai ternak sehingga penanaman di lapangan tidak terganggu oleh hewan ternak.

9. Tanaman jarak pagar juga memiliki multi fungsi. Tidak hanya sebagai bahan bakar, tanaman ini juga dapat berfungsi sebagai bahan obat, bahan pewarna, bahan penyamak. Selain itu, hasil sampingan (by product) pengusahaan tanaman ini sebagai bahan bakar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak, bahan pupuk (kompos), dan juga bahan bakar berbentuk briket.

C. Kebutuhan Dasar Pengembangan

Sampai saat ini secara umum teknik budidaya tanaman jarak pagar belum banyak diketahui dengan baik, termasuk karakteristik tanaman yang telah tumbuh dan berkembang di berbagai daerah di Indonesia, aspek pembibitan maupun pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang tergolong tahunan (*perennial*). Program pengembangan tanaman ini yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak tidak didukung oleh ketersediaan bahan tanaman yang teridentifikasi tingkat dan kepastian hasilnya. Padahal untuk pengembangannya diperlukan kajian yang sistematis seperti eksplorasi dan koleksi plasma nutfah, studi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, biologi produksi, seleksi dan uji kesesuaian agroklimat serta beberapa aspek budidaya tanaman jarak.

Jarak pagar di Indonesia telah tumbuh di berbagai pelosok daerah sebagai pagar pembatas halaman maupun kebun, namun belum ada informasi yang mendeskripsikan keunggulan dari tanaman tersebut. Untuk mengusahakan tanaman jarak pagar, diperlukan bahan tanaman yang memiliki keunggulan genetik yang dicirikan oleh potensi produksi biji tinggi, cepat berproduksi (berumur genjah) dan beradaptasi luas terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan. Hasil minyak per tanaman ditentukan oleh jumlah biji per tangkai atau per tanaman, bobot biji, dan konsentrasi minyak, yang ketiganya merupakan faktor genetik, tetapi masih dapat dimodifikasi oleh lingkungan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 18 provenan yang dikumpulkan dari Afrika Barat, Amerika Utara dan Tengah, dan Asia terdapat variasi atau perbedaan berat biji (0,49-0,86 g), persentase bobot kernel (54-64%), protein kasar (19-31%), dan minyak (43-59%). Demikian pula halnya dengan 11 provenan di Senegal terdapat variasi pada jumlah buah, bobot buah, jumlah biji dan bobot biji per tanaman, dan juga berat 1000 biji serta jumlah tanaman produktif. Hasil eksplorasi pendahuluan di beberapa daerah di Indonesia ditemukan variasi yang disebabkan oleh perbedaan wilayah sehingga terbentuk ekotipe-ekotipe tertentu seperti warna

kulit batang, warna daun, warna pucuk, bentuk kapsul, dan jumlah biji per kapsul. Beberapa karakter tambahan lainnya yang harus diperhatikan dalam mendeskripsikan provenan untuk kepentingan pemuliaan meliputi laju perkecambahan dan pertumbuhan selanjutnya, saat pecah tunas, saat berbunga, panjang periode reproduksi, toleransi terhadap cekaman lingkungan, ketahanan hama-penyakit, dan kebutuhan nutrisi untuk tumbuh.

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 dan mendapatkan jenis-jenis unggul dari populasi ekotipe yang ada di alam maka eksplorasi dan selanjutnya karakterisasi terhadap aksesori-aksesori tersebut perlu dilakukan. Selain keunggulan bahan tanaman itu, teknik budidaya perlu diterapkan dengan baik agar hasil yang diharapkan dapat dicapai. Berbagai aspek dalam budidaya tanaman yang penting mendapat perhatian ialah persiapan bibit, jarak tanam, pemupukan, dan pemeliharaan. Melalui pemahaman terhadap pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman baik dari sejak bibit hingga pematangan, maka usaha perbaikan dan penerapan teknik budidaya maupun manipulasi terhadap perkembangan buah dan beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya serta waktu panen buah dapat dilakukan untuk memperoleh peningkatan kualitas dan kuantitas hasil. Oleh karena itu buku ini menguraikan deskripsi, karakterisasi dan pola pertumbuhan serta perkembangan tanaman termasuk beberapa teknologi budidaya tanaman jarak pagar yang dipersiapkan sebagai tanaman menghasil sumber alternatif bahan bakar minyak.

BAB 2

KERAGAMAN JENIS DAN PERKEMBANGAN GENETIK TANAMAN JARAK PAGAR

Isi Bab

Pada bab ini, dijelaskan mengenai keragaman jenis tanaman jarak pagar yang dikenal telah tumbuh dan berkembang di Indonesia dan daerah asal mula tanaman jarak pagar. Bab ini juga menjelaskan karakter agronomi tanaman jarak pagar dan kondisi perkembangan aspek pemuliaan tanaman jarak pagar yang telah dilakukan sebagai usaha pengembangan tanaman sumber energi ini.

Tujuan

Para pembaca, setelah membaca materi dalam bab ini diharapkan mampu :

- mengetahui keragaman yang ada di antara tanaman jarak pagar yang telah tumbuh dan berkembang di Indonesia.
- mengetahui beberapa karakter agronomis tanaman jarak pagar,
- mengetahui sejauh mana perkembangan terkini aspek pemuliaan tanaman jarak pagar

Variasi genetik yang luas merupakan hal yang pokok dan penting dalam upaya pemuliaan suatu tanaman, sehingga koleksi dan pemeliharaan plasma nutfah merupakan hal penting. Keragaman fenotipik yang terlihat dan terdapat dalam satu jenis (spesies) disebabkan oleh faktor lingkungan dan genetik. Keragaman sebagai akibat faktor lingkungan dan keragaman genetik umumnya berinteraksi satu sama lainnya dalam mempengaruhi penampilan fenotipe tanaman.

Terdapat beberapa karakter seperti karakter morfologi, fisiologi, biokimia, dan ekologi. Karakter morfologis mencerminkan sifat struktural baik pada sel ataupun pada tingkat di atasnya. Karakter fisiologis merupakan karakter non struktural yang menentukan aktivitas metabolik. Karakter biokimia adalah sifat struktural dari molekul termasuk DNA atau produk dari DNA. Karakter ekologis

adalah merupakan sifat non struktural seperti daya adaptasi organisme yang merupakan produk dari interaksi antara organisme dengan lingkungannya.

Tanaman jarak pagar merupakan tanaman menyerbuk silang, sehingga sering terjadi persilangan bebas antara tanaman dalam suatu populasi atau antara populasi sehingga turunannya akan sangat bervariasi. Terkait tanaman jarak pagar, dilaporkan bahwa tidak ada perbedaan morfologi dari 42 klon yang berasal dari berbagai lokasi yang ditanam di Thailand. Terdapat perbedaan tinggi tanaman terlihat di antara tanaman yang berbeda lokasi dan perbedaan pertumbuhan vegetatif akan nampak terutama bentuk daun dan tinggi tanaman bilamana penanaman dilakukan pada tempat atau lokasi yang berbeda. Hasil eksplorasi pendahuluan di beberapa daerah di Indonesia ditemukan variasi pada aspek warna kulit batang, warna daun, warna pucuk dan tangkai daun, bentuk buah/kapsul, dan jumlah biji per kapsul. Adanya heterogenitas tanaman dalam suatu populasi maupun antar populasi merupakan bahan dasar yang baik untuk usaha perbaikan varietas jarak pagar.

Bahan pertanaman yang berasal dari populasi alam maupun yang telah digunakan sebagai pagar dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan. Melalui pemanfaatan bahan tanam dari berbagai populasi alam diharapkan akan diperoleh jenis-jenis yang memiliki daya hasil tinggi dan memiliki daya adaptasi yang baik terhadap kondisi lokasi bersangkutan. Melalui seleksi beberapa aksesori yang memiliki keunggulan tentunya akan diperoleh galur-galur terpilih yang dapat digunakan sebagai bahan pemuliaan tanaman jarak lebih lanjut.

A. Keragaman Jenis

Mula pertama tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) ini diperkenalkan di Indonesia oleh orang Jepang saat masa penjajahan mereka dahulu. Tanaman jarak pagar yang kita kenal saat ini di Indonesia diperkirakan berasal dari Amerika Tengah yang berkembang di Cape Verde. Selain jenis Cape Verde, diduga masih ada dua jenis lainnya, yaitu yang berkembang di Nicaragua dengan ciri buahnya lebih besar tetapi jumlah buah per pohonnya sedikit. Jenis yang berasal dari Nicaragua ini memiliki daun yang lebih besar dan tangkai buah (*peduncle*) yang lebih panjang dibandingkan jenis Cape Verde. Jenis lainnya adalah yang berkembang di Meksiko, dilaporkan tidak mengandung racun dan dapat dikonsumsi oleh

manusia setelah mendapat perlakuan seperti pemanggangan.

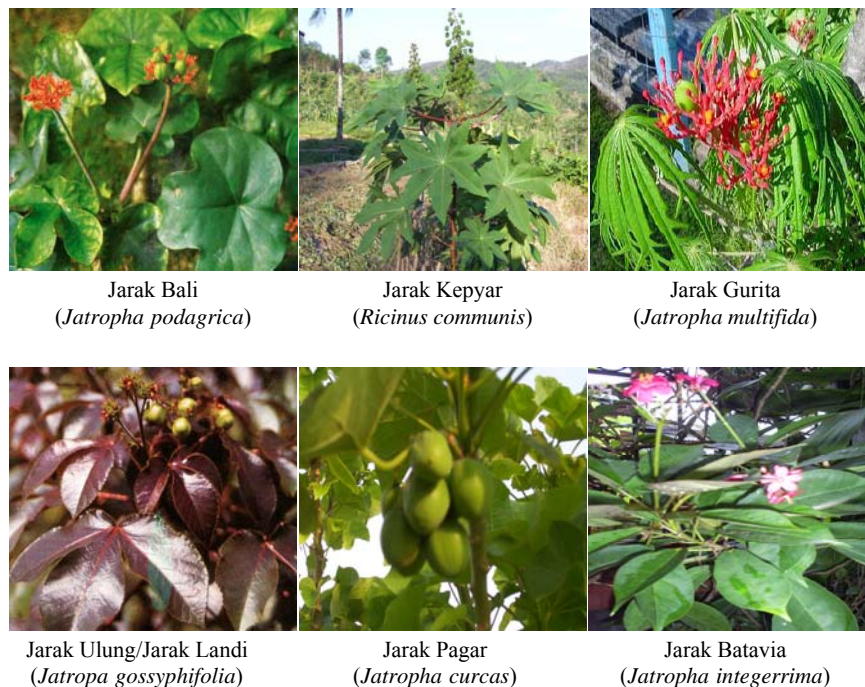
Kemudian tanaman jarak pagar menyebar di hampir seluruh pelosok negeri Indonesia. Oleh karena itu, maka dikenal dengan berbagai nama daerah seperti di Aceh (nawaih nawas), Minangkabau (jirak), Sunda (jarak kosta atau jarak kusta atau jarak budeg dan kalake pagar), Madura (kalakhe paghar), Jawa (jarak 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).

Namun demikian, seperti telah dijelaskan di atas bahwasannya tanaman jarak pagar dibawa oleh orang Jepang ke Indonesia, berarti tanaman ini bukanlah tanaman asli Indonesia walaupun 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*).

Di Indonesia jenis jarak banyak dikenal. Masing-masing jenis jarak tersebut telah dimanfaatkan untuk berbagai macam tujuan. Adapun jenis jarak di Indonesia tersebut yang banyak dikenal adalah Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L), jenis jarak yang dibahas dalam buku ini. Jenis jarak lainnya adalah Jarak Bali (*Jatropha podagrica*), Jarak Gurita (*Jatropha multifida*), Jarak Landi atau Jarak Ulung (*Jatropha gossypifolia*), Jarak Batavia (*Jatropha integerrima*), dan Jarak Kepyar (*Ricinus communis*) merupakan jarak yang berbeda famili dengan jarak lainnya yang telah disebutkan.

Terdapat beberapa perbedaan karakter di antara jarak pagar yang telah tumbuh dan berkembang di berbagai wilayah di permukaan

bumi ini tentunya terjadi dan kemudian dapat terlihat pada karakter morfologi, fisiologi, biokimia, dan ekologi. Karakter morfologis mencerminkan sifat struktural baik pada sel ataupun pada tingkat di atasnya. Karakter fisiologis merupakan karakter non struktural yang menentukan aktivitas metabolik. Karakter biokimia adalah sifat struktural dari molekul termasuk DNA atau produk dari DNA. Sedangkan karakter ekologis adalah merupakan sifat non struktural seperti daya adaptasi organisme yang merupakan produk dari interaksi antara organisme dengan lingkungannya.



Gambar 1. Macam jenis jarak yang banyak ditemui tumbuh dan berkembang di Indonesia.

Daerah sebaran yang luas dengan kondisi ekologi yang berbeda dan beraneka ragam memberikan peluang bagi berkembangnya genotipe maupun ras-ras lokal karena proses evolusi selama beratus-ratus tahun. Sumber genetik tanaman jarak pagar di Indonesia sangat banyak dan tersebar di seluruh wilayah di Indonesia. Namun keberadaannya seperti telah dijelaskan di atas masih sebagai

tanaman pagar pembatas pekarangan dan halaman. Terdapat beberapa institusi yang menngkonservasi tanaman jarak pagar ini. Di Costarica – CATIE – mengkonservasi sejumlah tiga provenan; di Burkina Faso – CNSF – mengkonservasi 12 provenan; dan di Cape Verde – INIDA – mengkonservasi lima provenan. Sama halnya dengan kondisi di Indonesia, kesemua koleksi provenan tersebut yang dikonservasi oleh masing-masing institusi masih dipelihara sebagai tanaman pagar.

Namun demikian, di India, pengembangan plasma nutfah jarak pagar telah cukup maju. Beberapa plasma nutfah tersebut telah dievaluasi dan digunakan untuk mendapatkan tanaman superior. Adapun tanaman jarak pagar superior tersebut adalah genotipe Chatrapati, Urlikanchan, Lyansray, dan Sardar Krashnagar. Gari genotipe Chatrapati telah dihasilkan varietas SDAU-1 dengan kadar minyak 49 persen.

Konservasi plasma nutfah jarak pagar juga dilakukan di China. Sejumlah 180 genotipe China dan beberapa negara di Asia Tenggara termasuk Indonesia telah dikonservasi di China. Dari hasil koleksinya akhirnya telah dihasilkan varietas jarak pagar unggul seperti CSC-63 yang tinggi kadar minyaknya, dan CSC-1 yang tinggi kadar curcinnya.

Karakterisasi beberapa ekotipe jarak pagar merupakan kegiatan yang perlu dilakukan sebelum menyeleksi tanaman ini untuk keperluan pengembangan dalam rangka penyediaan sumber alternatif bahan bakar. Informasi karakter jarak pagar yang telah tumbuh dan berkembang di wilayah Indonesia sulit diperoleh padahal sangat diperlukan, karena pengembangan tanaman ini akan menghadapi kendala bilamana tidak ada informasi karakter tanaman. Sebagai langkah awal perlu dilakukan eksplorasi dan identifikasi sehingga diperoleh informasi mengenai keanekaragaman genetik jarak pagar.

Pengetahuan tentang keanekaragaman genetik merupakan modal dasar bagi pemulia tanaman dalam pengembangan dan perbaikan tanaman terutama sebagai langkah awal dalam seleksi tanaman. Keragaman genetik yang ditemukan dalam plasma nutfah kemungkinan disebabkan oleh adanya proses mutasi, hibridisasi, dan seleksi baik secara alamiah maupun buatan. Keragaman yang terdapat dalam suatu spesies (jenis) disebabkan oleh faktor lingkungan dan genetik maupun interaksinya, sedangkan pada tanaman jarak pagar di Indonesia perbedaan disebabkan oleh perbedaan lingkungan yang melahirkan berbagai ekotipe.

Variasi genetik menggambarkan keragaman fenotipe di alam yang dapat terjadi karena adanya mutasi atau rekombinasi yang

kemudian dapat diketahui dengan melihat perbedaan urutan basa-basa DNA. Perbedaan urutan basa-basa tersebut mengakibatkan adanya polimorfisme pada DNA. Polimorfisme diartikan sebagai banyaknya fragmen DNA yang berbeda berdasarkan ukuran yang disebabkan oleh adanya marka-marka DNA yang tersebar pada seluruh genom. Marka tersebut berupa urutan basa tertentu yang dikenali oleh enzim restriksi dan urutan basa nukleotida pada primer tertentu.

Pencanderaan sifat morfologi merupakan kegiatan awal yang selalu dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap fenotipe tanaman. Karakter morfologi merupakan penciri yang dapat menjadi identitas suatu genotipe. Penanda morfologi merupakan penanda yang sudah lama digunakan dalam melakukan deskripsi taksonomi karena lebih mudah, cepat, sederhana dan relatif murah, serta setiap tanaman memiliki deskripsi morfologi spesifik yang merupakan penanda dari suatu tanaman.

Khususnya jarak pagar di Indonesia telah tumbuh di berbagai pelosok daerah sebagai pagar pembatas halaman maupun kebun, namun belum ada informasi yang mendeskripsikan keunggulan dari tanaman tersebut. Untuk mengusahakan tanaman jarak pagar, diperlukan bahan tanaman yang memiliki keunggulan genetik yang dicirikan oleh potensi produksi biji tinggi, cepat berproduksi (berumur genjah) dan beradaptasi luas terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan. Sedangkan hasil minyak per tanaman ditentukan oleh jumlah biji per tangkai atau per tanaman, bobot biji, dan konsentrasi minyak, yang ketiganya merupakan faktor genetik, tetapi masih dapat dimodifikasi oleh lingkungan. Hasil penelitian karakterisasi dari sejumlah 18 provenan yang dikumpulkan dan berasal dari Afrika Barat, Amerika Utara dan Tengah, dan Asia terdapat variasi atau perbedaan berat biji (0,49-0,86 g), persentase bobot kernel (54-64%), protein kasar (19-31%), dan minyak (43-59%). Penelitian lainnya juga melaporkan bahwa dari 11 provenan di Senegal terdapat variasi pada jumlah buah, bobot buah, jumlah biji dan bobot biji per tanaman, dan juga berat 1000 biji serta jumlah tanaman produktif. Hasil eksplorasi pendahuluan di beberapa daerah di Indonesia ditemukan variasi yang disebabkan oleh perbedaan wilayah sehingga terbentuk ekotipe-ekotipe tertentu seperti warna kulit batang, warna daun, warna pucuk, bentuk kapsul, dan jumlah biji per kapsul.

Demikian pula hanya dengan jarak pagar aksesori Nusa Tenggara Barat, yaitu jarak pagar yang telah tumbuh dan berkembang memiliki perbedaan di antara masing-masing jarak pagar yang tumbuh

di berbagai wilayah di Nusa Tenggara Barat. Hasil karakterisasi morfologi menunjukkan bahwa jarak pagar asal Lombok Barat, Lombok Tengah, Lombok Timur, Sumbawa, Bima, dan Palu berbeda pada karakter hasil, namun sedikit perbedaan pada karakter organ vegetatif. Jarak pagar asal Lombok Barat, Sumbawa, dan Bima merupakan jenis jarak pagar yang memiliki potensi hasil tinggi, sedangkan jarak pagar asal Lombok Timur dan Lombok Tengah memiliki karakter proses pematangan kapsul dalam tiap tandan yang relative seragam atau serempak. Perbedaan tersebut dapat dijadikan sebagai atribut ekotipe bersangkutan yang berguna dalam pengembangan jarak pagar. Berikut disajikan deskripsi masing-masing aksesori jarak pagar ekotipe Nusa Tenggara Barat.

Variasi genetik yang luas merupakan hal yang pokok dan penting dalam upaya pemuliaan suatu tanaman, sehingga koleksi dan pemeliharaan plasma nutfah merupakan hal penting. Keragaman fenotipik yang terlihat dan terdapat dalam satu jenis (spesies) disebabkan oleh faktor lingkungan dan genetik. Keragaman sebagai akibat faktor lingkungan dan keragaman genetik umumnya berinteraksi satu sama lainnya dalam mempengaruhi penampilan fenotipe tanaman.

Keragaman genetik jarak pagar yang ada di Indonesia tentunya merupakan peluang bagi suksesnya pengembangan tanaman jarak pagar sebagai sumber biodisel alternatif. Jika program pengembangannya di Indonesia ditangani dengan serius, maka usaha mengkoleksi sumberdaya plasma nutfah jarak dan beberapa kerabatnya yang tersebar banyak di berbagai daerah di seluruh Indonesia seharusnya menjadi salah satu prioritas. Sumber plasma nutfah merupakan dasar kuat bagi pengembangan jenis-jenis unggul jarak pagar di masa mendatang.

B. Karakter Agronomi Jarak Pagar

Terdapat variasi karakterisasi morfologi di antara aksesori jarak pagar yang kemudian mengkreasikan adanya perbedaan sifat agronomis tanaman ini. Variasi antar aksesori tersebut terjadi pada saat kecambah muncul di permukaan tanah, umur daun kotiledon gugur, tinggi tanaman, jumlah cabang primer dan cabang sekunder, umur saat berbunga pertama, jumlah total bunga per tandan, jumlah kapsul jadi per tandan dan per tanaman, keserempakan dalam pematangan kapsul, bobot 100 biji, dan bobot biji kering per tanaman serta hasil per hektar. Dari sejumlah 50 karakter yang diamati terdapat perbedaan

sebesar 27 %. Perbedaan tersebut terkait perbedaan faktor lingkungan maupun genetik masing-masing aksesori jarak pagar.

Dari hasil penelitian penulis terhadap beberapa aksesori di Nusa Tenggara Barat, secara umum dapat dikatakan bahwa karakteristik morfologi masing-masing jarak pagar tersebut stabil. Kestabilan karakter morfologi tersebut selain ditentukan oleh kemiripan faktor lingkungan di antara lokasi asal ekotipe, juga kemungkinan oleh faktor perilaku reproduksi jarak pagar. Dalam wilayah agroekologi Nusa Tenggara Barat dengan rentang kondisi iklim dan ketinggian tempat yang tidak terlalu lebar, tanaman jarak pagar tidak mengalami perubahan morfologi yang berarti sekalipun tumbuh di agroekologi berbeda di wilayah provinsi tersebut. Selain dikarenakan kemiripan kondisi lingkungan tumbuh asal ekotipe atau aksesori, bahwa penyerbukan silang pada jarak pagar hampir tidak mengubah secara berarti karakteristik morfologi.

Banyak hasil penelitian melaporkan bahwa terdapat perbedaan potensi produksi tanaman jarak pagar yang sangat bergantung pada genotipe maupun asal provenan. Khususnya hasil penelitian di NTB mengungkapkan bahwa genotipe jarak pagar asal Lombok Barat (sekarang Lombok Utara), Sumbawa dan Bima memiliki potensi produksi yang lebih baik dibandingkan genotipe asal Lombok Tengah dan Lombok Timur.

Aksesori Lombok Barat

Asal	Kecamatan Khayangan, Kabupaten Lombok Barat
Tipe pertumbuhan	Tegak
Mulai berbunga	3.5 bulan setelah tanam (umur bibit pindah tanam 2.5 bulan)
Mulai panen	5.5-6 bulan setelah tanam
Daun	Agak tebal, hijau tua, tulang daun menjari, berlekuk antara 5-7, agak bergelombang, panjang/lebar daun 18.5/17.8 cm.
Panjang tangkai daun	17 – 21 cm
Jumlah malai pertanaman	Tahun 1 : 13 (6-28) malai; Tahun 2 : 16 (9-29) malai; Tahun 3 : 44 (16-49) malai
Jumlah kapsul per malai	Tahun 1 : 10.9 (3-15); Tahun 2 : 15.6 (7-29);

Jumlah kapsul per tanaman	Tahun 3 : 15.9 (6 – 31) Tahun 1 : 122.5 (78-154); Tahun 2 : 220.3 (185-231); Tahun 3 : 538.9 (210-677)
Bentuk kapsul	Bulat
Proses pemasakan kapsul	Bertahap (tidak serempak)
Berat 100 biji	75.8 (63.9-84.6) g
Potensi produksi	Tahun 1 : 674.72 kg/ha; Tahun 2 : 1,213.6 kg/ha; Tahun 3 : 2,542.2 kg/ha
Kadar minyak kernel (biji)	47.9-50.5% (39.6-40.8%)
Kondisi areal pertanaman saat deskripsi	Daerah beriklim kering. Pertanaman mendapatkan pengairan hanya mengandalkan curah hujan.

Aksesi Lombok Tengah

Asal	Kecamatan Praya Selatan, Kabupaten Lombok Tengah
Tipe pertumbuhan	Tegak
Mulai berbunga	4.5 bulan setelah tanam (umur bibit pindah saat tanam 2.5 bulan)
Mulai panen	7-7.5 bulan setelah tanam
Daun	Agak tebal, hijau tua, tulang daun menjari, berlekuk antara 5-7, agak bergelombang, panjang/lebar daun 18.2/17.5 cm
Panjang tangkai daun	16 – 22 cm
Jumlah malai pertanaman	Tahun 1 : 7.1 (2-10) malai; Tahun 2 : 10.8 (6-15) malai; Tahun 3 : 33 (11-38) malai
Jumlah kapsul per malai	Tahun 1 : 7.4 (2-12); Tahun 2 : 10.7 (4-16); Tahun 3 : 10.4 (4-22)
Jumlah kapsul per tanaman	Tahun 1 : 64.1 (42-73); Tahun 2 : 159.7 (85-173); Tahun 3 : 315.3 (102-352)
Bentuk kapsul	Bulat

Proses pemasakan kapsul	Agak serempak
Berat 100 biji	70.2 (57.2-80.8) g
Potensi produksi	Tahun 1 : 351.7 kg/ha; Tahun 2 : 875.5 kg/ha; Tahun 3 : 1,519 kg/ha
Kadar minyak kernel (biji)	46.8-48.1% (38.6-40.7%)
Kondisi areal pertanaman saat deskripsi	Daerah beriklim kering. Pertanaman mendapatkan pengairan hanya mengandalkan curah hujan.

Aksesi Lombok Timur

Asal	Kecamatan Masbagik, Kabupaten Lombok Timur
Tipe pertumbuhan	Tegak
Mulai berbunga	5.5 bulan setelah tanam (umur bibit saat pindah tanam 2.5 bulan)
Mulai panen	8-8.5 bulan setelah tanam
Daun	Agak tebal, hijau tua, tulang daun menjari, berlekuk antara 5-7, agak bergelombang, panjang/lebar daun 18.2/17.1 cm
Panjang tangkai daun	17-23 cm
Jumlah malai pertanaman	Tahun 1 : 7.1 (2-11) malai; Tahun 2 : 10.9 (5-16) malai; Tahun 3 : 32.2 (12-40) malai
Jumlah kapsul per malai	Tahun 1 : 7.5 (2-14); Tahun 2 : 11.4 (4-18); Tahun 3 : 11.5 (5-23)
Jumlah kapsul per tanaman	Tahun 1 : 65.5 (45-77); Tahun 2 : 165.5 (81-177); Tahun 3 : 330.9 (125-378)
Bentuk kapsul	Agak lonjong (<i>oval</i>)
Proses pemasakan kapsul	Agak serempak - bertahap
Berat 100 biji	65.8 (53.7-78.2) g
Potensi produksi	Tahun 1 : 376.28 kg/ha; Tahun 2 : 905.7 kg/ha; Tahun 3 : 1,602.4 kg/ha

Kadar minyak kernel (biji)	46.1-47.9% (38.0-39.6%)
Kondisi areal pertanaman saat deskripsi	Daerah beriklim kering. Pertanaman mendapatkan pengairan hanya mengandalkan curah hujan.

Aksesi (genotipe) Sumbawa

Asal	Kecamatan Alas
Tipe pertumbuhan	Tegak
Mulai berbunga	4 bulan setelah tanam (umur bibit saat pindah tanam 2.5 bulan)
Mulai panen	7-8 bulan setelah tanam
Daun	Agak tebal, hijau tua, tulang daun menjari, berlekuk antara 5-7, agak bergelombang, panjang/lebar daun 18.9/17.9 cm
Panjang tangkai daun	18-22 cm
Jumlah malai pertanaman	Tahun 1 : 9.5 (6-15) malai Tahun 2 : 14 (9-24) malai Tahun 3 : 43 (14-49) malai
Jumlah kapsul per malai	Tahun 1 : 9.7 (2-14) Tahun 2 : 14.4 (6-27) Tahun 3 : 14.8 (5-29)
Jumlah kapsul per tanaman	Tahun 1 : 105.0 (81-113) Tahun 2 : 208.1 (191-218) Tahun 3 : 514.2 (202-679)
Bentuk kapsul	Bulat
Proses pemasakan kapsul	Bertahap
Berat 100 biji	67.6 (53.2-81.3) g
Potensi produksi	Tahun 1 : 551.08 kg/ha Tahun 2 : 1,145.50 kg/ha Tahun 3 : 2,316.50 kg/ha
Kadar minyak kernel (biji)	47.0-49.3% (39.6-40.7%)
Kondisi areal pertanaman saat	Daerah beriklim kering. Pertanaman mendapatkan pengairan

deskripsi hanya mengandalkan curah hujan.

Aksesi (genotipe) Bima

Asal	Kecamatan Sanggar, Kabupaten Bima
Tipe pertumbuhan	Tegak
Mulai berbunga	4 bulan setelah tanam (umur bibit saat pindah tanam 2.5 bulan)
Mulai panen	6.5-7 bulan setelah tanam
Daun	Agak tebal, hijau tua, tulang daun menjari, berlekuk antara 5-7, agak bergelombang, panjang/lebar daun 18.9/17.8 cm.
Panjang tangkai daun	17-21 cm
Jumlah malai pertanaman	Tahun 1 : 9.0 (3-15) malai Tahun 2 : 13.7 (7-24) malai Tahun 3 : 41.6 (12-44) malai
Jumlah kapsul per malai	Tahun 1 : 8.9 (3-14) Tahun 2 : 13.8 (6-25) Tahun 3 : 14.5 (6-24)
Jumlah kapsul per tanaman	Tahun 1 : 109.9 (80-118) Tahun 2 : 215.2 (178-228) Tahun 3 : 504.2 (191-663)
Bentuk kapsul	Bulat
Proses pemasakan kapsul	Bertahap
Berat 100 biji	71.1 (57.9-83.5) g
Potensi produksi	Tahun 1 : 604.66 kg/ha Tahun 2 : 1,180.33 kg/ha Tahun 3 : 2,250.60 kg/ha
Kadar minyak kernel (biji)	47.1-48.7% (39.7-40.7%)
Kondisi areal pertanaman saat deskripsi	Daerah beriklim kering. Pertanaman mendapatkan pengairan hanya mengandalkan curah hujan.

Aksesi (genotipe) Palu

Asal	Kota Palu
Tipe pertumbuhan	Tegak

Mulai berbunga	4.5 bulan setelah tanam (umur bibit saat pindah tanam 2.5 bulan)
Mulai panen	7-8 bulan setelah tanam
Daun	Agak tebal, hijau tua, tulang daun menjari, berlekuk antara 5-7, agak bergelombang, panjang/lebar daun 18.2/17.1 cm
Panjang tangkai daun	18-24 cm
Jumlah malai per tanaman	Tahun 1 : 6.6 (2-11) malai Tahun 2 : 11.1 (7-17) malai Tahun 3 : 34 (10-39) malai
Jumlah kapsul per malai	Tahun 1 : 6.7 (2-13) Tahun 2 : 10.6 (4-17) Tahun 3 : 10.7 (4-22)
Jumlah kapsul per tanaman	Tahun 1 : 72.1 (49-89) Tahun 2 : 161.2 (98-185) Tahun 3 : 302.3 (102-351)
Bentuk kapsul	Bulat
Proses pemasakan kapsul	Bertahap
Berat 100 biji	60.6 (50.9-77.2) g
Potensi produksi	Tahun 1 : 360.53 kg/ha Tahun 2 : 882.52 kg/ha Tahun 3 : 1,487.9 kg/ha
Kadar minyak kernel (biji)	46.1-47.8% (37.0-39.6%)
Kondisi areal per tanaman saat deskripsi	Daerah beriklim kering. Pertanaman mendapatkan pengairan hanya mengandalkan curah hujan.



Gambar 2. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar aksesori Lombok Barat



Gambar 3. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar ekotipe Lombok Tengah



Gambar 4. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar genotipe Lombok Timur



Gambar 5. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar genotipe Sumbawa



Gambar 6. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar genotipe Bima



Gambar 7. Figur tanaman dan kapsul jarak pagar genotipe Palu

Karakteristik jarak pagar lainnya yang memperlihatkan stabilitas tinggi adalah bentuk dan warna kapsul dan biji. Kapsul masing-masing ekotipe meskipun telah berkembang lama di daerah asalnya dan dipengaruhi oleh lingkungan masing-masing, bentuknya tetap stabil yaitu bulat lonjong. Demikian pula halnya dengan

penampilan bunga dan biji. Bentuk dan warna kapsul dan biji sebagai salah satu karakter kualitatif tanaman biasanya lebih stabil dibanding karakter kuantitatif yang terpengaruh perubahan lingkungan. Seperti diketahui bahwa karakter kualitatif tanaman umumnya dikendalikan secara sederhana atau monogenik sedangkan karakter kuantitatif seperti hasil produksi dikendalikan secara poligenik. Pada karakter reproduktif yang tampak ada perbedaan di antara masing-masing jarak pagar tersebut adalah saat memasuki fase generatif, jumlah total bunga, jumlah kapsul per malai dan jumlah kapsul per tanaman, bobot 100 biji, dan persen bobot kernel terhadap total bobot biji.

Pada aspek produksi, pengamatan agronomis khususnya bobot biji per tanaman dan bobot biji per hektar menunjukkan bahwa produksi antar masing-masing asal jarak pagar tersebut. Produksi biji yang tinggi pada tahun pertama mencapai kisaran 263.5-270.3 g/tanaman atau 656.5-674.7 kg/ha ditunjukkan oleh jarak pagar asal atau aksesori Lombok Barat dan IP-1A. IP-1A adalah singkatan *Improved Population 1*-Asembagus, yaitu jenis jarak pagar yang telah mengalami perbaikan melalui seleksi massa. Produksi terendah berkisar 140.9-150.5 g/tanaman atau sekitar 351.7-376.3 kg/ha ditunjukkan oleh aksesori Lombok Tengah, Lombok Timur, dan Palu. Produktivitas tertinggi tahun kedua yang diperoleh pada percobaan ini yaitu 1,213.6 kg/ha dari aksesori Lombok Barat dan 1,215.2 kg/ha dari ekotipe IP-1A masih tergolong lebih rendah bila dibandingkan produktivitas yang dilaporkan Schmidt (2003) produksi tahun pertama di Zulu-Afrika (6,250 kg/ha), dan yang dilaporkan Henning (1996) sebesar 2.5-3.5 ton/ha. Produksi pada percobaan ini mirip dengan yang dilaporkan Heller (1996) yaitu hasil biji kering 794 kg/ha atau 318 g/pohon, dan oleh Jones dan Miller (1992) sebesar 0,4 t/ha/tahun. Di India jarak pagar mulai berproduksi pada tahun kedua dan mampu menghasilkan biji berkisar 0.4-12 ton/ha (Lele, 2005). Pada tahun ketiga potensi produksi masing-masing aksesori NTB tersebut adalah sebagai berikut Lombok Barat 2,542 kg/ha, Lombok Tengah 1,529 kg/ha, Lombok Timur 1,602 kg/ha, Sumbawa 2,316 kg/ha, dan Bima 2,250 kg/ha.

Merujuk pada hubungan antar variabel atau karakter dapat dikatakan bahwa semakin tinggi tanaman disertai semakin banyak percabangan dan semakin besar ukuran diameter pangkal batang, maka semakin meningkat bobot biji per tanaman yang diperoleh. Kapsul merupakan organ hasil tanaman jarak pagar yang tumbuh dan berkembang secara terminal pada setiap percabangan, oleh karena itu

jumlah cabang mempengaruhi hasil. Demikian pula jumlah kapsul per malai menentukan hasil pula. Terdapat korelasi positif jumlah cabang, jumlah kapsul per malai dengan hasil (minyak) yang diperoleh.

Berdasarkan analisis proksimat kandungan minyak biji jarak pagar baik berbasis kernel maupun berbasis biji, kandungan minyak tiap aksesori berbeda. Perbedaan kandungan minyak tampak pada biji asal populasi alam namun kandungan minyak tersebut tidak berbeda nyata setelah tanaman mendapatkan tindakan budidaya selama dua tahun baik pada saat musim penghujan maupun kemarau.

Jarak pagar yang tumbuh dan berkembang pada daerah yang relatif lebih kering (curah hujan lebih rendah dan suhu lebih tinggi), memiliki kandungan minyak lebih tinggi dibandingkan biji dari tanaman jarak pagar yang tumbuh di daerah yang lebih basah. Semakin kering suatu iklim maka akan dapat meningkatkan kandungan minyak dari biji jarak pagar. Hasil penelitian pada bunga matahari dilaporkan bahwa tanaman yang ditanam pada musim yang kondisi kurang sinar matahari dan suhu rendah diperoleh hasil minyak dan kadar minyak biji yang lebih rendah dibandingkan hasil yang diperoleh pada tanaman yang ditanam pada kondisi cerah dan suhu lebih tinggi.

Perbedaan kandungan minyak biji jarak pagar berbagai ekotipe tersebut kemudian tidak nyata setelah tanaman mendapatkan penanganan dalam budidaya yang relatif sama pada suatu tempat yang tertentu. Namun demikian terdapat kecenderungan peningkatan kandungan minyak pada biji hasil budidaya dibandingkan biji awal (dari tegakan pagar alami). Perlu diketahui bahwa tanaman budidaya mendapatkan nutrisi dari pemupukan N-P-K dan pupuk kandang, pemangkasan dilakukan terhadap tunas-tunas tidak produktif, dan berjarak tanam teratur yaitu 2 m x 2 m. Jadi, dapat dikatakan bahwa komponen hasil seperti kandungan minyak dan bobot biji walaupun merupakan faktor genetik tetapi masih dapat dimodifikasi oleh lingkungan. Pengaturan jarak tanam akan menjamin distribusi cahaya matahari ke dalam tajuk lebih baik dibandingkan tanaman jarak yang ditanam sebagai pagar. Ini memberikan peluang lebih baik terhadap hasil biji maupun kandungan minyaknya.

Perbedaan pada beberapa karakter dari sejumlah karakter suatu tanaman jarak pagar dapat dijadikan sebagai atribut bagi suatu ekotipe bersangkutan. Berdasarkan data karakteristik morfologi dan agronomi tanaman yang diperoleh kemudian dapat disusun suatu deskripsi masing-masing ekotipe. Deskripsi tersebut diharapkan dapat

digunakan sebagai pedoman pemilihan jenis atau ekotipe tertentu dalam usaha pengembangan jarak pagar.

Tanaman jarak pagar merupakan tanaman menyerbuk silang, sehingga sering terjadi persilangan bebas antara tanaman dalam suatu populasi atau antara populasi sehingga turunannya akan sangat bervariasi. Terkait tanaman jarak pagar, hasil penelitian di Thailand dijumpai bahwa tidak ada perbedaan morfologi dari 42 klon yang berasal dari berbagai lokasi yang ditanam di Thailand. Namun hasil penelitian di wilayah Afrika dan Amerika Tengah dijumpai bahwa perbedaan tinggi tanaman terlihat di antara tanaman yang berbeda lokasi dan perbedaan pertumbuhan vegetatif akan nampak terutama bentuk daun dan tinggi tanaman bilamana penanaman dilakukan pada tempat atau lokasi yang berbeda. Hasil eksplorasi pendahuluan di beberapa daerah di Indonesia ditemukan variasi pada aspek warna kulit batang, warna daun, warna pucuk dan tangkai daun, bentuk buah/kapsul, dan jumlah biji per kapsul.



Gambar 8. Tanaman jarak pagar umur 2 bulan setelah pindah tanam sudah berbunga (kiri) dan tanaman jarak pagar berumur 1 tahun setelah pindah tanam belum berbunga (kanan).



Gambar 9. Perbedaan (keragaman) tinggi tanaman jarak pagar genotipe NTB pada saat berumur 20 bulan setelah pindah tanam.

Variasi atau keragaman yang cukup lebar dijumpai pada populasi aksesi NTB adalah pada variabel pembungaan dan tinggi tanaman. Tanaman jarak pagar aksesi NTB berumur 2 bulan setelah tanam (pindah tanam) sudah mulai berbunga. Jumlah tanaman dari populasi yang diuji telah berbunga pada umur tersebut sebanyak 8 persen, sedangkan tanaman belum berbunga walaupun sudah mencapai umur satu tahun dijumpai sejumlah 2 persen. Tinggi tanaman jarak pagar aksesi NTB masih juga menunjukkan keragaman yang cukup lebar. Gambar berikut menunjukkan perbedaan yang cukup lebar antara tanaman di dalam populasi masing-masing aksesi NTB.

C. Perkembangan Pemuliaan Tanaman Jarak Pagar

Ketersediaan varietas unggul, baik mutu produktivitas maupun ketahanannya terhadap hama-penyakit, dan cekaman lingkungan, serta yang sesuai dengan kebutuhan konsumen, menjadi syarat yang harus dipenuhi pada era industrialisasi pertanian dan liberalisasi perdagangan. Mengingat tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) diharapkan menjadi tanaman alternatif sumber minyak atau biodiesel, dan menjadi pertumbuhan baru di sektor pertanian, maka upaya menghasilkan komoditas jarak pagar unggul bermutu tinggi dengan keunggulan kompetitif yang tinggi dan potensi hasil tinggi harus menjadi landasan kerja utama saat ini. Varietas unggul dapat dirakit atau diperoleh jika tersedia plasma nutfah atau sumber daya genetik

yang mempunyai karakter yang sesuai.

Pertanaman yang berasal dari populasi alam maupun yang telah digunakan sebagai pagar dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan. Melalui pemanfaatan bahan tanam dari berbagai populasi alam diharapkan akan diperoleh jenis-jenis yang memiliki daya hasil tinggi dan memiliki daya adaptasi yang baik terhadap kondisi lokasi bersangkutan. Melalui seleksi beberapa aksesori yang memiliki keunggulan tentunya akan diperoleh galur-galur terpilih yang dapat digunakan sebagai bahan pemuliaan tanaman jarak lebih lanjut.



Gambar 10. Tanaman jarak pagar hasil seleksi massa populasi Jatitujuh (Cane-Top)
(Sumber : Hasnam, Info Tek, Vol.2.No.9. September 2007)

Seperti halnya Cane-Top merupakan galur terpilih hasil seleksi massa populasi Jatitujuh yang merupakan hasil kerjasama penelitian antara PG Rajawali II Cirebon dengan Puslitbang Perkebunan sejak tahun 2006. Adapun deskripsi karakter Cane-Top sebagai berikut di bawah ini.

Cane-Top

- Asal : Hasil seleksi massa populasi Jatitujuh
- Umur panen : 4 bulan setelah penanaman
- Daun : Agak tebal, hijau tua, daun agak membulat,

	daun berlekuk dangkal, sedikit bergelombang, panjang/lebar daun 18/16 cm
Panjang tangkai daun	: 20 cm
Bunga mekar	: Protandri
Jumlah malai per tanaman	: 7,5 (1 – 22) per malai
Jumlah buah per tanaman	: Tahun I : 570 – 620 buah per tanaman
Berat 1000 biji	: 700 – 750 gram
Potensi produksi (optimal)	: Tahun 1 : 2,2 – 2,5 ton biji kering/ha Tahun 5 : 6,0 - 6,5 ton biji kering/ha
Kadar minyak	: -
Kesesuaian daerah	: Daerah beriklim basah (beririgasi)

Sementara itu Departemen Pertanian Republik Indonesia, melalui Puslitbang Perkebunan dan Balittas, Malang juga telah menghasilkan galur-galur jarak pagar yang memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan tanaman jarak pagar populasi alam. Adapun galur-galur tersebut merupakan hasil seleksi massa dari populasi alam yang diperoleh di berbagai daerah di Indonesia. Hasil seleksi tersebut – *Improved Population* – merupakan galur jarak pagar yang dapat beradaptasi di dua ekotipe daerah pengembangan seperti daerah beriklim basah dan daerah beriklim kering.

IP-2M, (M = Muktiharjo)

Asal	: Hasil seleksi massa IP-1 M
Mulai berbunga dan panen	: 4 bulan; 5 bulan setelah penanaman di lapang
Daun	: Hijau tua, pinggir daun berlekuk dangkal sedikit bergelombang
Panjang tangkai daun	: 15 – 20 cm
Bunga mekar	: Protandri; ada yang hermiprodit
Jumlah malai per tanaman	: tahun - I : 250 malai
Jumlah buah per malai	: 6,5 (2 – 12)
Jumlah buah per tanaman	: Tahun 1 : 350 – 400 buah
Berat 1000 biji	: 650 – 700 gram
Potensi produksi (optimal)	: Tahun 1 : 1.7 – 2.0 ton/ha/th Tahun 4 : 6.6 – 7.5 ton/ha/th

Kadar minyak : 31%-32%
Kesesuaian daerah : Daerah beriklim kering

IP-2P, (P = Pakuwon)

Asal : Hasil seleksi massa IP-1 P
Mulai berbunga dan panen : 4 bulan; 5 bulan setelah penanaman di lapang
Daun : Hijau tua, tulang daun menjari, ujung daun agak meruncing, pinggir daun berlekuk dangkal sedikit bergelombang, panjang lebar/daun 15/13 cm.
Panjang tangkai daun : 12 – 24 cm
Bunga mekar : Protandri
Jumlah malai per tanaman : tahun 1 : 300 malai
Jumlah buah per malai : 7,5 (2 – 15)
Jumlah buah per tanaman : Tahun - I : 540 – 640 buah
Berat 1000 biji : 700 – 850 gram
Potensi produksi (optimal) : Tahun 1 : 2.3 – 2.7 ton/ha/th;
Tahun 4 : 7.2 – 8.3 ton/ha/th
Kadar minyak : 32% - 34%
Kesesuaian daerah : Daerah beriklim basah

IP-2A, (A = Asembagus)

Asal : Hasil seleksi massa populasi IP-1 A
Mulai berbunga dan panen : 3 bulan; 4 bulan setelah penanaman di lapang
Daun : Agak tebal, hijau tua, tulang daun menjari, agak membulat, pinggir daun berlekuk dangkal sedikit bergelombang, panjang lebar/daun 20/16 cm.
Panjang tangkai daun : 18 – 23 cm
Bunga mekar : Umumnya protandri; ada yang protogini
Jumlah malai per tanaman : tahun - I : 200 malai
Jumlah buah per malai : 9,3 (2 – 19)
Jumlah buah per tanaman : Tahun 1 : 520 – 600 buah
Berat 1000 biji : 700 – 750 gram
Potensi produksi (optimal) : Tahun 1 : 2.0 – 2.5 ton/ha;

Tahun 4 : 7.0 – 7.8 ton/ha
Kadar minyak (Rendemen) : 31 % - 32%
Kesesuaian daerah : Daerah beriklim kering

Walaupun telah diperoleh tiga galur *Improved Population* (IP) jarak pagar, karena tanaman jarak pagar adalah tanaman menyerbuk silang meskipun persentase menyerbuk sendirinya juga cukup tinggi, maka keturunan yang dihasilkan bersifat heterosigot dan populasinya tidak homogen (= heterogen). Setiap biji yang dihasilkan merupakan genotipa yang berbeda dengan biji lainnya (*one seed onegenotype*). Sehingga masih terdapat pula perbedaan di antara populasi tanaman IP tersebut. Dilaporkan oleh peneliti Puslitbangun dan Balittas bahwa pada populasi IP-1A, umur berbunga bervariasi mulai 99 hari hingga 133 hari dengan jumlah kapsul bervariasi dari 0 hingga 172 kapsul per tanaman, sedangkan pada IP-1P umur berbunga bervariasi mulai dari 80 hari hingga 177 hari dengan jumlah kapsul bervariasi mulai dari 4 hingga 79 kapsul per tanaman. Pada IP-2 juga menunjukkan adanya variasi pada karakter morfologi kualitatif maupun kuantitatif karena setiap tanaman adalah suatu genotipa yang berbeda dengan tanaman lainnya. Oleh sebab itu, seleksi yang berkesinambungan perlu dilakukan sehingga nantinya diperoleh galur yang memiliki karakter yang cukup stabil dan seragam.

Jika sasaran pengembangan tanaman jarak pagar ini sepenuhnya diserahkan kepada petani dalam memanfaatkan lahan yang ada di perdesaan, maka agar tanaman jarak pagar ini menarik minat petani, maka produktivitas pertanaman lebih dari 6 ton biji kering/ha, dengan kandungan minyak minimal 35%. Selain daripada itu diperlukan usaha pemanfaatan hasil ikutan/sampingan (*by product*).

Hasil seleksi populasi IP-2 sekarang ini telah menghasilkan IP-3 masing-masing ekotipe daerah pengembangan, yaitu IP-3A untuk daerah pengembangan lahan kering, IP-3M untuk daerah pengembangan lahan kering dan daerah bercurah hujan sedang, dan IP-3P untuk daerah pengembangan lahan basah. Dilaporkan bahwa galur jarak pagar IP-3 memiliki potensi produksi mencapai 2,5-3,5 ton/ha pada tahun pertama, dan dapat mencapai 7-10 t/ha/th pada tahun keempat, dengan rendemen minyak berkisar 31-32 persen.

BAB 3

LINGKUNGAN TUMBUH

Isi Bab

Penjelasan mengenai kondisi dan persyaratan lingkungan tempat tumbuh dan berkembang tanaman jarak pagar akan didapatkan di dalam bab ini. Penjelasan juga disertai beberapa contoh lingkungan dimana tanaman ini mampu tumbuh dan berkembang.

Tujuan

Setelah membaca uraian bab ini, pembaca diharapkan akan :

- mengetahui bahwa tanaman jarak pagar dapat tumbuh dan berkembang pada berbagai jenis dan tipe tanah maupun kondisi lingkungan,
- memahami kondisi lingkungan yang mampu mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang lebih baik sehingga dalam pengusahaan tanaman ini akan diperoleh hasil yang lebih baik.

Jatropha curcas L. dapat tumbuh hampir dimana saja meskipun daerah berbatu, berpasir dan tanah bergaram tinggi. Tanaman ini juga dapat tumbuh pada tanah miskin dan berbatu dan juga pada celah-celah bukit berbatu.

Tanaman jarak pagar dapat dijumpai tumbuh di daerah yang beriklim tropik maupun sub-tropik. Suhu yang tinggi maupun rendah tidak akan mematikan tanaman ini. Kebutuhan air untuk pertumbuhannya sangat rendah dan dapat terus tumbuh pada kondisi kekeringan yang cukup lama dengan cara menggugurkan daunnya untuk beradaptasi. Penanaman tanaman ini pada lahan kritis dan berbukit secara berbaris dapat menahan aliran tanah dan pasir akibat erosi yang disebabkan air maupun angin.

Pada daerah-daerah kering yang tidak berangin kencang, tanaman ini semakin lama tumbuhnya akan semakin tumbuh baik. Hal ini dikarenakan bilamana tanaman menghadapi musim kering yang menyebabkan kekurangan air, daun-daun akan digugurkan. Guguran daun ini akan mengalami dekomposisi yang menghasilkan cukup

banyak bahan organik yang kemudian akan merangsang dan menyokong aktivitas mikroorganisme dan juga cacing tanah pada tanah di sekitar daerah perakaran, yang pada akhirnya akan meningkatkan kesuburan tanah.

Jadi tanaman jarak pagar ini merupakan tanaman tahunan yang tahan kekeringan. Daerah yang cocok sebagai tempat tumbuhnya berkisar antara dataran rendah hingga dataran dengan ketinggian 300 meter di atas permukaan laut. Namun dijumpai pula dapat tumbuh hingga ketinggian 1.000 meter di atas permukaan laut, dan suhu berkisar antara 18 – 28,5^oC. Curah hujan yang sesuai adalah 625 mm/tahun. Namun masih dapat tumbuh pada daerah dengan kondisi curah hujan antara 300 – 2.380 mm/tahun. Pada daerah dengan suhu terlalu tinggi (di atas 30^oC) atau terlalu rendah (di bawah 15^oC) akan menghambat pertumbuhan dan mengurangi kadar minyak dalam biji dan mengubah komposisinya.

Dengan akar tunjangnya yang panjang dan disertai sistim akar lateral (pheriperal) yang berkembang baik dan intensif membuat tanaman ini mampu tumbuh di daerah-daerah dengan curah hujan yang relatif sedikit, sekitar 600 mm dengan perioda kering yang panjang. Tanaman ini juga mampu tumbuh di daerah-daerah dengan curah hujan kurang dari 600 mm per tahun asalkan kelembaban udaranya cukup tinggi.

Pada daerah dengan ketinggian tempat ± 50 m di atas permukaan laut dengan curah hujan tahunan sekitar 600 mm dan jumlah hari hujan ± 75 hari, yaitu kondisi di Kebun Percobaan Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Kering (LPPSLK) di Desa Akar-akar Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, tanaman jarak pagar dapat tumbuh. Pada kondisi lingkungan tumbuh tersebut, tanaman jarak pagar baru menghasilkan rata-rata dua tandan buah dengan jumlah buah per tandan berkisar antara dua sampai enam setelah berumur 18 bulan. Tanaman saat itu hanya memperoleh air dari air hujan. Namun setelah diberikan pengairan dengan sistem irigasi bertekanan (*big gun sprinkler irrigation*) menunjukkan perbaikan pertumbuhan tanaman yang dicirikan dengan tumbuhnya daun-daun dan bunga yang lebih baik pada tanaman (Gambar 11). Ini membuktikan bahwa curah hujan rata-rata yang sekitar 600 mm per tahun di sekitar kebun percobaan tersebut belum mampu untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang baik, tentunya bila budidaya ditujukan untuk produksi pemenuhan bahan bakar nabati. Untuk dapat tumbuh

dan menghasilkan dengan baik tanaman jarak membutuhkan air yang cukup. Jadi tanaman jarak pagar akan tumbuh dengan baik di daerah-daerah dengan curah hujan lebih dari 600 mm per tahun atau jika curah hujannya kurang dari 600 mm, maka diperlukan kelembaban udara yang tinggi atau mendapatkan tambahan air pengairan. Curah hujan yang terlalu tinggi juga tidak memberikan kondisi yang baik untuk diperolehnya hasil yang tinggi. Curah hujan yang tinggi menyebabkan bunga-bunga yang terbentuk banyak yang gugur, selain tanaman tumbuh didominasi dengan pertumbuhan bagian-bagian vegetatif dibandingkan bagian generatif.

Walaupun tanaman jarak pagar dapat tumbuh dimana saja, pertumbuhan dan perkembangan maksimal yang memberikan hasil (produksi biji) yang maksimal tentunya membutuhkan kondisi lingkungan yang cocok. Berdasarkan persyaratan tumbuh jarak pagar dan dikaitkan dengan sebaran lahan-lahan yang ada di Indonesia, maka terdapat lokasi-lokasi kesesuaian bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar ini. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan Departemen Pertanian telah menerbitkan buku panduan kesesuaian lahan bagi pengembangan tanaman jarak pagar di Indonesia. Wilayah pengembangan jarak pagar sesuai dengan kondisi iklim yang ada di Indonesia menjadi tiga yaitu daerah basah sampai sangat basah, sedang dan daerah kering sampai sangat kering. Daerah basah sampai sangat basah adalah daerah dimana bulan basah (curah hujan ≥ 100 mm/bulan) terjadi selama ≥ 10 bulan berturut-turut, daerah sedang dengan bulan basah 6-9 bulan berturut-turut, dan daerah kering sampai sangat kering bulan basah ≤ 5 bulan.

Tanaman jarak pagar dapat tumbuh juga di daerah berbatu dan berkarang di pinggiran pantai. Namun demikian, tanaman yang tumbuh pada lingkungan ini tidak ditemukan dapat berbuah walaupun tanaman telah berumur 2-3 tahun. Tanaman dapat membentuk bunga namun bunga tersebut tidak sukses neklangsungkan penyerbukan dan pembuahan. Demikian juga, di bawah naungan beberapa jenis tanaman tahunan seperti jambu mete dan mangga, tanaman jarak pagar dapat tumbuh namun menghasilkan buah yang sangat sedikit. Tanaman nampak tumbuh vegetatif dengan percabangan yang terbatas. Tanaman jarak pagar yang ditanam di antara tanaman pisang masih dapat memberikan hasil buah yang lebih baik.



Gambar 11. Penampilan tanaman jarak pagar berumur 18 bulan yang tumbuh di lahan kering dengan hanya mengandalkan air hujan sebagai sumber pengairannya (Atas), dan penampilan tanaman yang mendapatkan air pengairan dari irigasi *big gun sprinkler* (Bawah).



Gambar 12. Penampilan tanaman jarak pagar pada lahan kering berpasir dengan sistim pengairan tetes di India.



Gambar 13. Tanaman jarak pagar dapat tumbuh baik di daerah bukit berbatu karang di pinggiran pantai.



Gambar 14. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar di bawah naungan. Tanaman nampak kurus meninggi dan sangat terhambat berbunga sehingga produktivitasnya sangat rendah.

BAB 4

DESKRIPSI BOTANIS JARAK PAGAR

Isi Bab

Bab ini menguarikan aspek botani tanaman jarak pagar yang meliputi perkecambahan, organ vegetatif (akar, batang, dan daun) dan organ generatif (bunga, buah, dan biji) tanaman. Uraian diarahkan kepada aspek biologi dan morfologi, serta perkembangannya.

Tujuan

Setelah membaca materi bab ini, para pembaca diarahkan untuk dapat memahami :

- mengetahui aspek botani morfologi organ-organ tanaman jarak pagar,
- mengetahui proses perkembangan organ-organ tanaman jarak pagar,
- mengetahui secara singkat aspek fisiologis dan aspek agronomis perkembangan organ-organ tanaman jarak pagar.

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan tanaman berupa semak (perdu) atau pohon yang tahan dan dapat tumbuh baik pada lingkungan kering, lahan-lahan marginal maupun lahan-lahan dengan pengairan baik sekalipun. Berikut adalah ciri-ciri anatomi dan morfologi serta habitus jarak pagar.

A. Kecambah Jarak Pagar

Kecambah biji jarak pagar adalah biji jarak pagar yang telah mulai tumbuh, yang dicirikan dengan telah terbentuk dan berkembangnya organ akar melalui suatu proses yang dikenal sebagai perkecambahan. Selama perkecambahan biji jarak pagar, semai muncul dikarenakan pemunculan epigeal yaitu suatu struktur di bawah kotiledon sebagai hasil pemanjangan epikotil atau radikula bagian atas. Sehubungan dengan tahapan perkecambahan seperti yang diuraikan di atas, maka biji jarak pagar memiliki tipe perkecambahan epigeal, yaitu kotiledon terangkat ke permukaan media tumbuh.



Gambar 15. Kecambah biji jarak pagar dengan 1 buah akar tunjang dan 4-7 buah akar lateral.

Akar kecambah berasal dari radikula yang terus tumbuh geotropis menghasilkan satu buah akar tunjang dengan empat buah akar lateral. Namun pada aksesori Lombok Barat dijumpai kecambah yang memiliki 5-7 akar lateral (4-7% dari populasi). Gambar 15. memperlihatkan kecambah dengan akar lateral berjumlah 5-7.

B. Batang

Batang tanaman jarak pagar panjang, bulat, dan berwarna hijau keabuan. Pada batang yang telah tua ditemukan bagian kulit yang mati kemudian mengelupas. Bila tanaman memiliki cabang primer sedikit, maka tipe pertumbuhan tampak tegak, namun bila jumlah cabang primer banyak, tipe pertumbuhan tampak seperti semak.

Sampai dengan tanaman berumur dua tahun dan jika tidak dilakukan pemangkasan, tinggi tanaman bervariasi di antara ekotipe. Hasil penelitian di Nusa Tenggara Barat diperoleh bahwa tinggi tanaman bervariasi dari yang terendah pada jarak pagar aksesori Lombok Timur dan Palu, kemudian disusul Lombok Tengah, Bima, dan Sumbawa hingga yang tertinggi pada aksesori Lombok Barat.

Fenomena mirip dengan tinggi tanaman terjadi pada diameter batang. Ukuran diameter akan bertambah seiring dengan semakin bertambah jumlah cabang primer. Hal ini dikarenakan percabangan (cabang primer) banyak terbentuk di pangkal batang dekat permukaan tanah.

Sistem percabangan pada jarak pagar tidak teratur. Cabang sekunder tumbuh dan berkembang pada batang utama dekat permukaan tanah (pangkal batang-akar) sehingga sering dijumpai tanaman yang sulit dibedakan batang utama dengan cabang primer. Namun dijumpai pula tanaman dengan sistem percabangan primer tumbuh dan berkembang pada bagian atas dari batang utama.



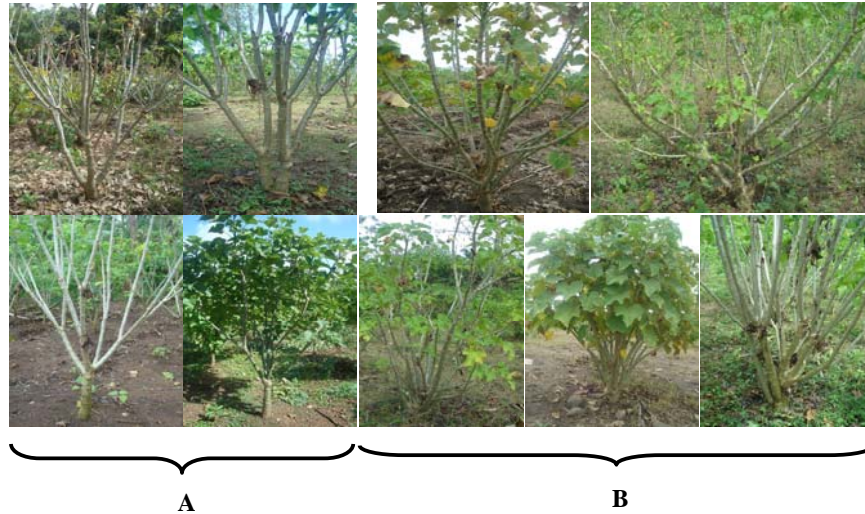
Gambar 16. Tanaman jarak pagar dengan percabangan primer pada pangkal batang saat berumur 18 bulan setelah pindah tanam.

Perpanjangan cabang primer terhenti setelah terbentuk bunga pada bagian terminal cabang tersebut. Setelah bunga berkembang, terbentuk percabangan sekunder pada titik tumbuh aksilar terdekat tangkai bunga (malai). Umumnya cabang sekunder yang terbentuk dua dan ukurannya sama, namun demikian dijumpai pula yang hanya satu atau lebih dari dua cabang primer terbentuk. Percabangan berikutnya adalah cabang tertier yang terbentuk pada titik tumbuh aksilar di bawah malai bunga yang terbentuk terlebih dahulu pada bagian terminal cabang sekunder. Seperti halnya cabang sekunder, jumlah cabang tertier yang terbentuk umumnya dua. Percabangan seperti diuraikan di atas disebut sebagai sistem percabangan menggarpu atau dikotom. Ilustrasi sistem percabangan pada tanaman jarak pagar disajikan pada Gambar 17 dan Gambar 18.



Gambar 17. Percabangan primer dan sekunder jarak pagar. Pertumbuhan dan perkembangan dua cabang sekunder yang umum terjadi (A-D) setelah terbentuk bunga. Seiring pertumbuhan dan perkembangan bunga dan buah terbentuk percabangan sekunder. Satu cabang sekunder (E) terbentuk karena tidak berkembangnya satu calon cabang lainnya (tanda anak panah dan inzet adalah calon cabang yang tidak berkembang). Lebih dari dua cabang sekunder terbentuk (F).

Berdasarkan uraian tersebut di atas dan beberapa uraian dari beberapa literatur, maka tanaman jarak pagar termasuk tanaman perdu atau pohon kecil dengan tinggi habitus dapat mencapai 5 sampai 8 meter dan memiliki akar tunggang yang panjang. Batang berkayu, silindris, dan bila terluka akan mengeluarkan getah. Biji yang ditanam pada awal musim penghujan, setelah lima bulan dapat menghasilkan tanaman setinggi satu meter. Sistem percabangan tanaman tidak teratur dan bila dilakukan pemangkasan nantinya jumlah cabang dapat mencapai lebih dari 40 buah cabang. Beberapa literatur menginformasikan bahwa tanaman jarak pagar yang berasal dari biji dapat bertahan hidup hingga 40–50 tahun.



Gambar 18. A. Tanaman jarak pagar yang dipangkas pada saat dua minggu setelah pindah tanam pada ketinggian dari permukaan tanah yang berbeda. B. Tanaman jarak pagar yang tidak dipangkas menunjukkan berbagai perbedaan tipe percabangan.

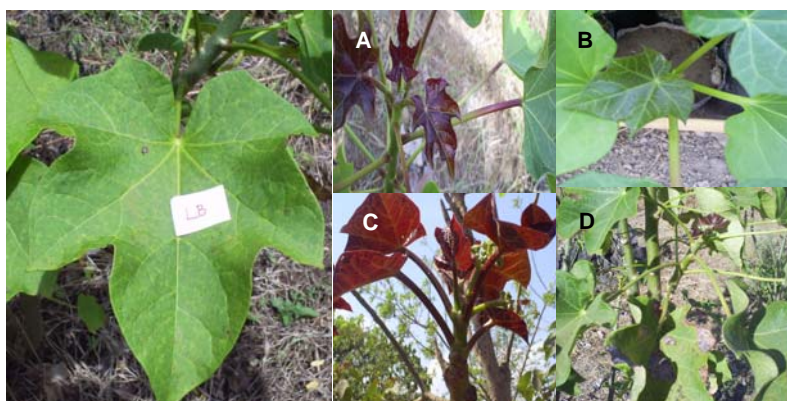
C. Daun

Hasil eksplorasi pada jarak pagar ekotipe Nusa Tenggara Barat dijumpai daun jarak pagar bertipe tunggal dan terletak pada buku batang yang dihubungkan oleh tangkai daun, sehingga susunan atau tata letak daun (pilotaksis) jarak pagar disebut tersebar (*folia sparsa*). Susunan daun tersebut mengikuti rumus daun (*divergensi*) $5/13$ searah putaran jarum jam, artinya terdapat 5 garis spiralis yang melingkari batang (cabang) dan melewati 13 daun untuk mencapai daun yang berkedudukan posisi sama (tegak lurus) dengan daun pertama awal perhitungan. Namun ditemukan pula, khususnya pada sebagian kecil dari populasi aksesori Lombok Timur memiliki pilotaksis $4/13$. Orientasi daun terhadap batang tempat daun duduk bervariasi dari tegak hingga horisontal. Orientasi tampak tegak bilamana daun masih muda dan kemudian menjadi horisontal setelah dewasa. Pada beberapa daerah di Indonesia dijumpai pula daun dengan orientasi terkulai.

Bentuk bangun dasar daun jarak pagar pada dasarnya bulat. Namun pada tepi daun terdapat lekuk yang tidak terlalu dalam sehingga seolah membentuk jari. Oleh karena itu, maka bentuk daun jarak pagar adalah menjari dan agak membulat. Jumlah lekukan

tersebut berkisar 5-7. Tepi daun agak bergelombang. Gelombang pada tepi daun akan nampak nyata jika daun menghadapi terik sinar matahari. Daun-daun di bagian bawah karena ternaung oleh daun di atasnya memiliki tepi daun yang tidak bergelombang.

Warna daun jarak pagar umumnya hijau muda bahkan ungu pada saat berumur muda, kemudian menjadi hijau saat dewasa dan kembali menjadi hijau muda agak kekuningan setelah tua. Namun jika dilihat dominasi warna daun yang ada pada beberapa ekotipe, nampak sebagian besar ekotipe daunnya berwarna hijau tua walaupun ada yang berwarna hijau muda. Permukaan helaian daun bagian atas ada yang tampak berkilap khususnya terjadi pada daun tua. Ada beberapa ekotipe yang tidak menunjukkan kilap pada permukaannya baik pada daun-daun tua.



Gambar 19. Contoh helaian daun jarak pagar genotipe Lombok Barat, NTB (kiri). Tangkai dan helaian daun muda pada tanaman muda (A) berwarna ungu kecoklatan bila terkena atau berada di bawah terpaan panas sinar matahari, berwarna hijau muda jika berada di bawah naungan (B). Daun muda tanaman dewasa (C) juga berwarna ungu kemerahan (ungu semakin tajam bila terkena panas matahari) dan kemudian menjadi hijau setelah memasuki umur dewasa (D).

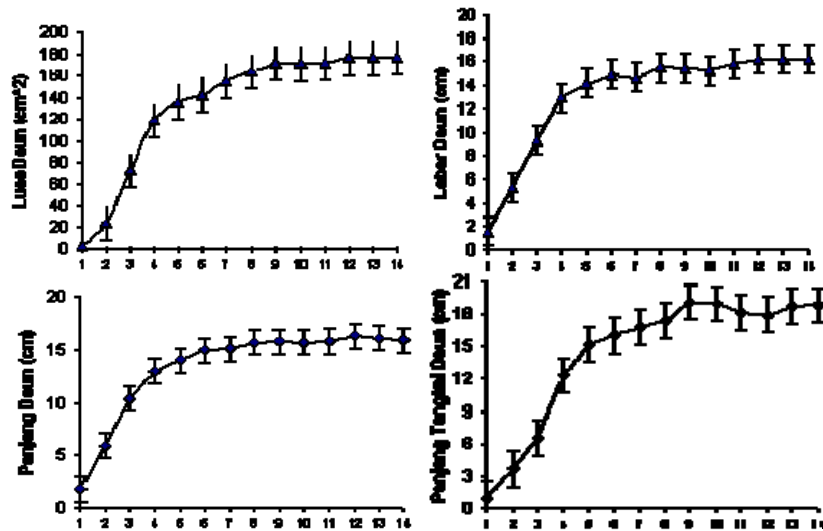
Tangkai daun yang menghubungkan helaian daun dengan batang umumnya berwarna ungu khususnya pada pangkal (dekat buku) dan ujung tangkai daun (dekat dasar helaian daun) saat berumur muda atau bila terkena panas sinar matahari. Seiring pertumbuhan dan perkembangan daun, warna ungu berkurang bahkan

menghilang dan menjadi warna kuning kehijauan.

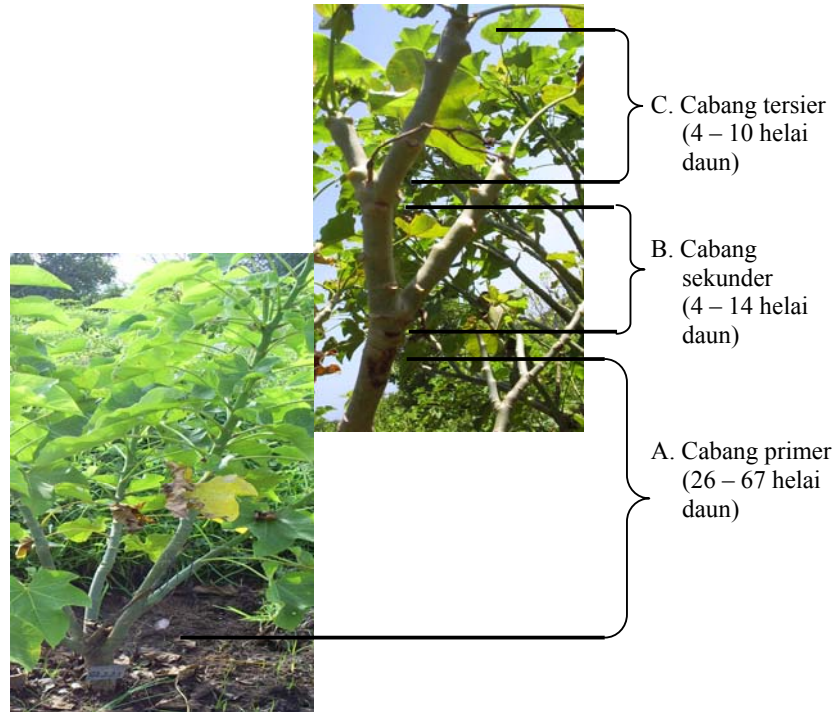
Pola tulang daun jarak pagar memperlihatkan beberapa tulang daun berukuran besar yang semuanya berpangkalan pada ujung tangkai daun. Seperti telah pula diuraikan di atas, bahwa daun jarak pagar menjari dengan lekukan di pinggir daun. Tulang daun tersebut berwarna putih kekuningan atau krem.

Jika ukuran daun diukur berdasarkan panjang-lebar, maka panjang daun berkisar 18.2-19.8 cm dan lebar 17.5-18.0 cm. Sedangkan panjang tangkai daun berkisar 16-23 cm.

Pola pertumbuhan daun dalam hal ini panjang daun, lebar daun, panjang tangkai daun, dan luas daun mengikuti pola seperti pada gambar di bawah ini. Pada awal pertumbuhan tampak bahwa peningkatan luas daun maupun lebar, panjang daun dan juga panjang tangkai daun lebih cepat sampai pada minggu ke empat. Kemudian peningkatannya lebih lambat mulaili pada minggu 8-9, dan setelah itu tidak terjadi peningkatan baik luas daun, panjang dan lebar daun serta panjang tangkai daun.



Gambar 20. Pola pertumbuhan daun jarak pagar (sumber : Raden, 2008)



Gambar 21. Ilustrasi percabangan dan jumlah daun terbentuk pada tanaman jarak pagar.

- A. Perpanjangan cabang primer terhenti dengan terbentuknya bunga pada bagian terminal percabangan setelah terbentuk sekitar 26-67 helai daun.
- B. 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 4-14 helai terbentuk.
- C. 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.

Diperlukan sejumlah daun tertentu untuk suatu tanaman mencapai fase dewasa dan kemudian memasuki fase generatif. Daun-daun tersebut mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan

organ generatif seperti bunga dan buah. Jumlah daun yang terbentuk pada percabangan primer tersebut berbeda di antara ekotipe. Hasil eksplorasi menunjukkan jumlah daun terendah yang terbentuk sebelum membentuk malai bunga (infloresensi) pada ekotipe Lombok Barat, yaitu 39.5 helai, sedangkan jumlah tertinggi pada ekotipe Lombok Tengah (49.7 helai), Lombok Timur (49.3 helai), Sumbawa (48.3 helai), dan Palu (48.5 helai).

Untuk mendukung pembentukan dan perkembangan bunga dan dilanjutkan perkembangan buah pada percabangan sekunder maupun tertier diperlukan pembentukan daun yang jumlahnya lebih sedikit dibandingkan jumlah daun yang terbentuk saat pendukung pembungaan dan pembuahan pada cabang primer maupun cabang utama. Jumlah daun pada percabangan sekunder yang terbentuk berkisar antara 4-14 helai daun, sedangkan pada percabangan tertier diperlukan daun sekitar 4-10 helai daun untuk dapat mendukung pembentukan bunga dan perkembangan buah selanjutnya. Gambar 21. mengilustrasikan jumlah daun yang terbentuk pada percabangan tanaman jarak pagar.

Sebagai pembanding, kondisi daun jarak pagar yang dijelaskan pada beberapa literature adalah bahwa warna daun cukup beragam, ada yang berwarna hijau pucat hingga hijau gelap. Daun-daun tersebut berkedudukan pada batang menurut pola *alternate* hingga *sub-opposite*, yang tersusun tiga hingga lima daun dalam pilotaksis spiral. Daunnya merupakan daun tunggal berlekuk dan bersudut tiga atau lima. Tulang daun menjari dengan jumlah 5-7 tulang daun utama. Helai daun dihubungkan dengan tangkai daun yang panjangnya antara 4-15 cm. Biasanya tanaman akan menggugurkan daun-daunnya pada musim kemarau untuk mengurangi tingkat penguapan.

D. Akar

Tanaman jarak pagar memiliki sistem perakaran yang mampu menahan air dan tanah sehingga tahan terhadap kekeringan dan dapat berfungsi sebagai tanaman penahan erosi. Saat biji berkecambah sudah terbentuk 3-4 akar sekunder (akar lateral) dan 1 akar utama (tunggang). Akar-akar yang terbentuk dari tanaman yang diperbanyak dengan biji membentuk sistem perakaran tunggang yang lebih panjang dan masuk ke tanah lebih dalam bila dibandingkan dengan sistem perakaran adventif yang dibentuk oleh tanaman yang diperbanyak dengan stek batang.

Hasil penelitian di Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat

diperoleh, bahwa sistim perakaran tanaman asal stek tampak berkembang pada kedalaman yang lebih dangkal dibandingkan akar tanaman asal biji. Pada saat tanaman jarak pagar aksesi Lombok Barat berumur tiga tahun, panjang akar tanaman asal biji mencapai 197 – 207 cm, sedangkan akar terpanjang dari tanaman asal stek mencapai 120 – 156 cm. Kedalaman perakaran tanaman asal biji berkisar 85 – 104 cm, sedangkan kedalaman akar tanaman asal stek berkisar 53 – 77 cm.



Gambar 22. Sistem perakaran tunggang pada tanaman asal biji dan sistim perakaran adventif pada tanaman asal stek batang.

E. Bunga

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 di antara ekotipe tidak berbeda yaitu 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 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 4 – 9 cabang malai. Tanda arah panah pada Gambar 1. menjelaskan urutan masaknya bunga jarak pagar.

Bunga majemuk jarak pagar tersusun oleh satu bunga betina yang dikelilingi oleh banyak (4-10) bunga jantan secara berselang-

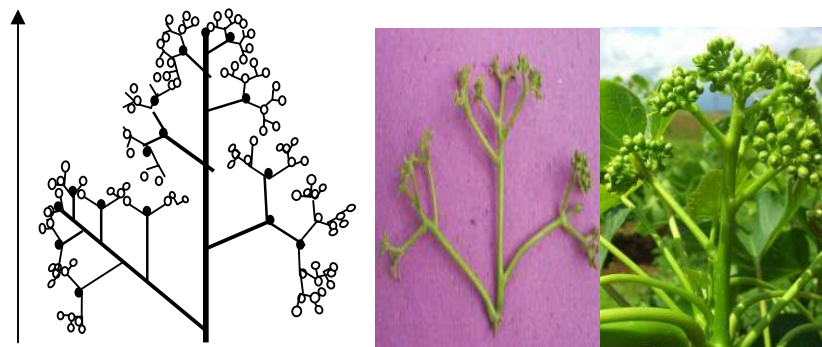
seling. Bunga betina sebagai pusat yang dikelilingi bunga jantan. Oleh karena itu, bunga majemuk jarak pagar ini kemudian disebut *cyathium*.

Bagian-bagian bunga pada bunga jarak pagar ternyata tidak lengkap sehingga tergolong dalam tanaman berbunga tidak sempurna (*flos incompletus*). 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 berikut belum pernah dijumpai. Gambar 2 menjelaskan bunga jantan, bunga betina, dan bunga hermaphrodite.

Pembungaan tanaman jarak pagar sangat tergantung pada tingkat kelengasan tanah yang dipengaruhi oleh curah hujan. Pada kondisi iklim di daerah percobaan diperoleh waktu pembungaan dan pembuahan serta panen seperti yang diuraikan dalam matrik fenologi tanaman jarak pagar pada Gambar 23. Pembungaan jarak pagar 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. Atau dengan kata lain puncak pembungaan tanaman jarak pagar di Nusa Tenggara Barat 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 4. merupakan contoh yang menjelaskan pembungaan jarak pagar pada puncak musim kemarau.

Sebagai tanaman monoecious yaitu bunga betina dan bunga jantan bahkan bila terbentuk bunga hermaphrodit, ketiganya berada pada satu malai (infloresensi) mengalami pemasakan masing-masing bunga yang 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 dan penguahan. 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.



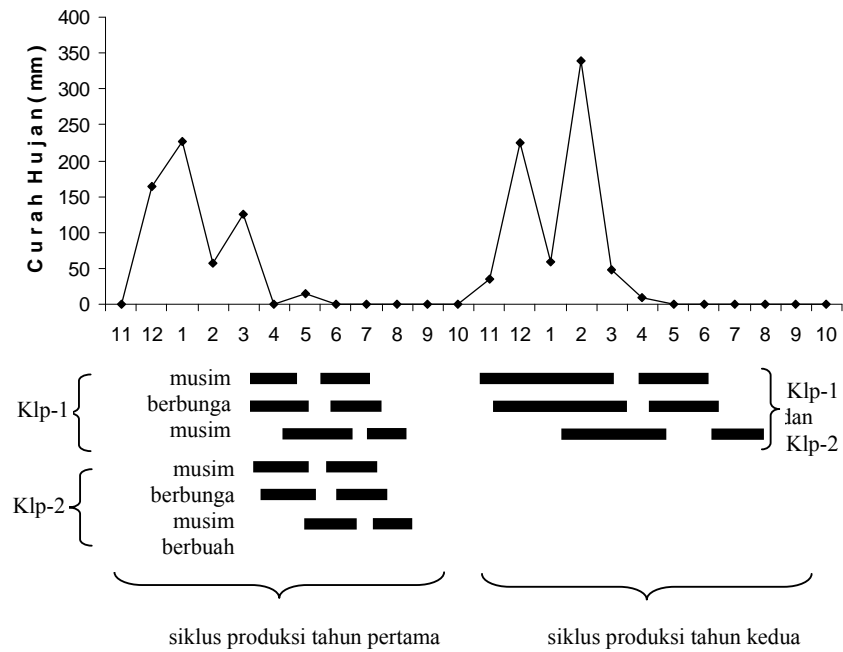
Gambar 23. Skema bunga majemuk bercabang seling (*cyathium*). Satu bunga betina dikelilingi oleh beberapa bunga jantan. ● = bunga betina ○ = bunga jantan



Gambar 24. Bunga jantan (kiri), betina (tengah), dan hermaprotid (kanan) jarak pagar.

Hasil penelitian terhadap tanaman jarak pagar aksesi Nusa Tenggara Barat, diperoleh bahwa tanaman jarak pagar yang ditanam di wilayah kering pulau Lombok akan berbunga pertama kalinya pada sekitar bulan Maret-April. Tanaman pada saat itu telah berumur sekitar 4 bulan setelah pindah tanam dari bibit berumur 2.5 bulan. Tampak ada perbedaan umur saat berbunga pertama di antara aksesi. Aksesi Lombok Barat, Sumbawa, dan Bima, berbunga lebih cepat dibandingkan aksesi Lombok Tengah dan Lombok Timur. Bunga yang terbentuk dan berkembang pada periode ini jika terus berkembang membentuk kapsul, maka kapsul akan dapat dipanen pada bulan akhir April-Juni. Setelah tanaman memasuki umur 2 tahun, pembungaan pertama akan terjadi pada bulan November-Maret, dan kemudian kapsul dapat dipanen pada awal Maret-April. Panen raya kedua sekitar Juni-Agustus dapat dilakukan karena pembungaan untuk panen kedua ini terjadi pada bulan April-Juni. Periode pembungaan, penguatan, dan panen setelah memasuki tahun kedua tidak ada perbedaan di antara aksesi.

Umur tanaman mulai berbunga berbeda di antara aksesi, yaitu tercepat menghasilkan bunga pada aksesi Lombok Barat (105 hst) dan paling lambat pada aksesi Lombok Timur (163 hst). Pembungaan pada tahun kedua siklus produksi tampaknya tidak ada perbedaan nyata di antara aksesi. Disini berarti tanaman telah dapat merespon kondisi lingkungan tahunan dan di antara ekotipe memiliki tingkat respon yang sama.



Gambar 25. Matrik pembungaan dan pemuahan pada beberapa jarak pagar aksesi (genotipe) ekotipe Nusa Tenggara Barat. Penanaman pada awal November. Klp 1 = aksesi Lombok Barat, Sumbawa, dan Bima. Klp 2 = aksesi Lombok Tengah dan Lombok Timur



Gambar 26. Pembungaan di musim kemarau (periode pembungaan ke-3) yang menghasilkan kapsul dengan biji yang sangat ecil/keriput atau kapsul/biji kopong.

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

Tidak ada perbedaan waktu mekar bunga betina dan jantan serta total bunga dalam malai di antara jarak pagar aksesori 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 bunga jantan mekar pada malai menjadi lebih panjang. Total waktu bunga-bunga mekar pada malai rata-rata 7 – 9 hari. Sementara hasil penelitian lainnya menginformasikan lama waktu pembungaan antara 10-15 hari.

Periode mekar bunga dalam malai hingga seluruh bunga baik betina dan jantan maupun hermaprodit seluruhnya mekar dalam satu malai tidak berbeda nyata di antara aksesori. 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.

Nampaknya, pola mekar bunga jarak pagar pada masing-masing malai dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Pada kondisi kelembaban tinggi, bunga betina lebih dahulu mekar sedangkan bunga jantan mekar serempak dengan periode mekar yang lebih panjang. Selama kurun waktu dua tahun pertumbuhan dan perkembangannya, tanaman jarak pagar membentuk malai bunga (infloresen) berfluktuasi.

Jumlah total bunga (bunga betina, jantan, dan hermaprodit) pada tanaman berumur satu tahun ada perbedaan di antara aksesori ekotipe NTB. Dari sejumlah bunga yang terbentuk tersebut, jumlah bunga betina lebih sedikit dibandingkan jumlah bunga jantan. Aksesori berbunga banyak adalah Lombok Barat, Sumbawa, dan Bima. Lombok tengah dan Lombok Timur memiliki bunga yang lebih sedikit. Jumlah bunga betina, jantan dan hermaprodit dijumpai lebih

banyak pada musim hujan dibandingkan musim kemarau.

Jumlah bunga terutama bunga jantan dan betina pada tanaman berumur dua tahun meningkat dibandingkan saat tanaman berumur satu tahun. Fenomena jumlah bunga lebih banyak terbentuk di musim hujan dibandingkan musim kemarau juga terjadi pada tanaman umur dua tahun. Jadi, ada fluktuasi pembungaan yang disebabkan karena perubahan lingkungan atau musim. Jumlah malai maupun bunga yang terbentuk pada saat musim hujan lebih banyak dibandingkan musim kemarau. Jumlah malai yang lebih banyak terbentuk ditunjukkan oleh jarak pagar aksesori Lombok Barat, Sumbawa, dan Bima yaitu sekitar 18 – 20 malai pada tahun kedua.

Pembungaan suatu tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik (internal) dan faktor lingkungan (eksternal). Adanya perubahan keadaan lingkungan dapat mengubah respon pembungaan suatu tanaman dan setiap jenis dapat memiliki respon yang berbeda. Pada jarak pagar ekotipe NTB, rasio bunga jantan terhadap bunga betina yang terbentuk saat musim kemarau lebih besar dibandingkan saat musim hujan. Jumlah bunga jantan lebih banyak terbentuk dalam satu malai dibandingkan bunga betina terjadi juga pada musim kemarau dibandingkan di musim hujan. Namun tidak menyebabkan persentase bunga jadi buah (kapsul) terdapat total bunga lebih tinggi di musim kemarau. Persentase bunga jadi kapsul terhadap total bunga diantara musim kemarau dan musim hujan tidak memperlihatkan perbedaan yang berarti. Hal ini dapat dipahami karena perkembangan bunga memerlukan air, fotosintat, dan hara tanaman. Kondisi tersebut tentunya akan terbatas pada saat kondisi lingkungan kering (kemarau) sehingga walaupun dapat membentuk bunga, sebagian besar bunga tersebut akan gugur.

Jika persentase bunga jadi buah (kapsul) dilihat dari jumlah bunga betina dan hermaphrodit saja, maka terdapat peningkatan persentase bunga jadi kapsul pada musim kemarau dibandingkan musim hujan. Tidak ada perbedaan persentase bunga jadi kapsul berbasis bunga betina dan hermaphrodit di antara aksesori jarak pagar NTB.

Terjadi penurunan pembentukan bunga dan sekaligus pembentukan buah pada musim kemarau dibandingkan di musim hujan. Kondisi kekeringan menyebabkan gangguan pembentukan bunga. Bunga yang banyak terbentuk adalah bunga jantan. Walaupun bunga betina dapat terbentuk pada musim kemarau, jumlahnya lebih rendah dibandingkan yang terbentuk pada musim hujan. Hal ini yang

menyebabkan jumlah bunga jadi buah juga semakin rendah, selain bunga-bunga yang terbentuk juga mengalami kekeringan atau gagal tumbuh dan berkembang untuk menghasilkan buah. Fenomena serupa juga juga terjadi di Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat, bahwa pembungaan dan pembuahan jarak pagar di kebun benih tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berinteraksi dengan faktor genetik tanaman. Fluktuasi jumlah bunga maupun kapsul per malai sangat beragam pada musim yang berbeda dan tingkat pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang berbeda. Jadi, ritme pembungaan suatu tanaman jarak pagar tidak saja dipengaruhi oleh faktor lingkungan tetapi juga dipengaruhi oleh ketersediaan dan pemulihan energi serta sumber lain yang digunakan dalam proses pembungaan.

Terkait dengan penelitian di NTB, dari sejumlah bunga yang terbentuk pada tanaman dari masing-masing aksesori, jumlah bunga betina lebih sedikit dibandingkan jumlah bunga jantan. Ekotipe berbunga banyak adalah Lombok Barat dan IP-1A, disusul oleh ekotipe Sumbawa dan Bima. Ekotipe Lombok Tengah, Lombok Timur, dan Palu merupakan ekotipe berbunga sedikit. Namun jumlah bunga yang berhasil membentuk kapsul tidak berbeda nyata di antara aksesori tersebut, yaitu berkisar 10.1-11.7 persen.

Pembungaan tanaman jarak pagar sangat tergantung pada tingkat kelengasan tanah yang dipengaruhi oleh curah hujan. Tanaman jarak pagar menggugurkan daunnya pada saat musim kemarau, dan kemudian membentuk daun-daun baru menjelang musim penghujan. Pada kondisi iklim di daerah percobaan diperoleh waktu pembungaan dan pembuahan serta panen seperti yang diuraikan dalam matrik pembungaan dan pembuahan tanaman jarak pagar. Menjelang musim penghujan yaitu pada bulan November daun mulai terbentuk dan jumlah daun terus meningkat hingga bulan Maret-April. Daun-daun mulai gugur pada bulan Mei dan pengguguran daun terus terjadi hingga September. Pada akhir bulan September hingga Oktober nampak tanaman tidak memiliki daun. Demikian seterusnya pada periode siklus pertumbuhan dan perkembangan di tahun berikutnya.

Tanaman jarak pagar yang ditanam di wilayah kering pulau Lombok akan berbunga pertama kalinya pada sekitar bulan Maret-April. Nampak ada perbedaan umur saat berbunga pertama di antara ekotipe. Ekotipe Lombok Barat, Sumbawa, Bima, dan IP-1A berbunga lebih cepat dibandingkan ekotipe Lombok Tengah, Lombok Timur, dan Palu. Bunga yang terbentuk dan berkembang pada periode ini jika terus berkembang membentuk kapsul, maka kapsul akan dapat

dipanen pada bulan akhir April-Juni. Setelah tanaman memasuki umur 2 tahun, pembungaan pertama akan terjadi di bulan November-Maret, dan kemudian kapsul dapat dipanen pada awal Maret-April. Panen raya kedua sekitar Juni-Agustus dapat dilakukan karena pembungaan untuk panen kedua ini terjadi di bulan April-Juni. Periode pembungaan, pembuahan, dan panen setelah memasuki tahun kedua tidak ada perbedaan di antara ekotipe.

Panjang petiole bervariasi antara 6 hingga 23 mm. Bunga-bunga terbentuk secara terminal, tunggal, dengan bunga betina umumnya lebih besar dan banyak terbentuk pada musim panas. Pada kondisi pertumbuhan dapat tumbuh terus dengan baik, ketidakseimbangan jumlah bunga (*pistilate* dan *staminate*) terjadi, yaitu lebih banyak jumlah bunga betina. Bunga biasanya terbentuk setelah tanaman mendapatkan hujan dan di daerah-daerah dengan kelembaban udara tinggi bunga dapat terbentuk sepanjang tahun.

F. Buah dan Biji

Buah jarak pagar sering disebut sebagai kapsul atau dengan istilah biologinya buah kendaga (*rhegma*) karena buah ini mempunyai sifat seperti buah berbelah dan tiap bagian mudah pecah sehingga biji yang ada di dalamnya mudah terlepas dari bilik atau ruang. Jarak pagar ekotipe termasuk ke dalam buah berkendaga tiga (*triccoccus*).



Gambar 27. Buah kotak jarak pagar dengan 2-3 biji di dalamnya.

Setiap rangkaian atau tangkai buah terdapat kira-kira lima hingga sepuluh atau lebih. Buahnya berupa buah kotak berdiameter 2 – 4 cm berbentuk bulat hingga bulat telur, berwarna hijau ketika masih muda, dan kemudian menguning setelah masak. Dalam tiap buah terdapat dua hingga tiga biji yang terdapat dalam masing-masing

ruang dalam buah. Sering ditemui buah dengan empat kotak dan juga empat biji.

Masaknya buah tidak serempak pada satu rangkaian buah. Buah akan membuka apabila biji-biji di dalam buah sudah mulai matang. Biji-biji menjadi matang apabila kulit biji (atau kapsul buah) telah mengalami perubahan warna dari hijau ke kuning. Ini terjadi setelah dua hingga empat bulan pembuahan. Biji dapat jatuh bilamana eksocarp lunak dari buah telah mengering dan nampak berwarna coklat hingga hitam. Biji berwarna hitam atau kadangkala ada yang abu gelap. Biji berukuran panjang 2 cm, lebar 1 cm, dan berat antara 0,4 - 0,6 g/biji. Satu tanaman dapat menghasilkan 30 kg buah atau 12 kg biji per tahun dan di Costa Rica dilaporkan produksi jarak pagar adalah 4,8 ton/hektar per tahun. Pada kadar air biji 5 - 7%, biji jarak dapat mempertahankan daya tumbuhnya selama setahun lebih apabila disimpan pada suhu kamar. Karena kandungan minyaknya yang tinggi, sekitar 40 - 55%, maka biji jarak tidak dapat mempertahankan daya tumbuhnya apabila disimpan dalam waktu yang lama. Oleh karena itu suhu penyimpanan biji sebaiknya di bawah 20°C agar laju respirasi tidak terlalu tinggi.

Biji jarak pagar merupakan biji berkeping dua (dikotil). Secara umum biji jarak tersusun atas kulit (*shell*) dan isi biji (*cernel*) yang di dalamnya terdapat embrio. Kulit menempati sekitar 29.82% dari biji, dan isi sekitar 70.19% (Gambar 24). Isi biji terdiri atas embrio, kotiledon atau daun biji, dan endosperma (Gambar 25). Kandungan lainnya seperti air (5,42%), abu (4,89%), protein kasar (24,06%), lemak (53,11) dan serat kasar (2,36%).



Gambar 28. Biji jarak pagar (kiri) secara umum terdiri dari kernel (tengah) dan kulit biji (kanan).



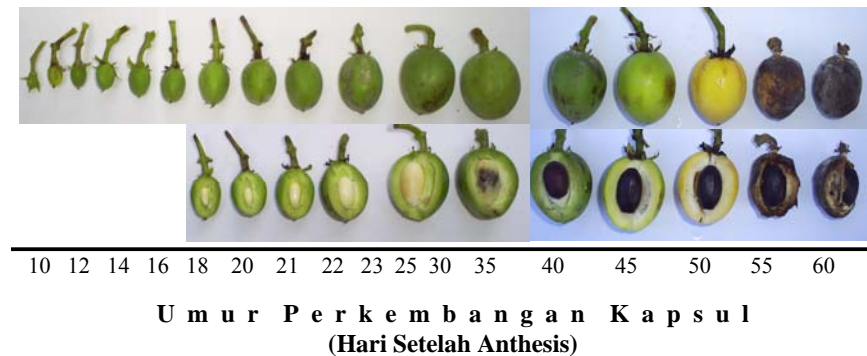
Gambar 29. Bagian-bagian biji jarak pagar. E= endosperma, H=hipokotil, C=kotiledon, R=radikel, T=testa (Gb. kiri). Biji yang mengalami imbibisi dan telah berkecambah yang ditandai dengan radikel tumbuh dan kulit biji pecak (Gb. tengah). Bagian dalam biji atau kernel terdiri atas endosperma dan kotiledon (Gb. kanan).

Terkait hasil penelitian di NTB, bahwa tidak ada perbedaan warna kapsul baik saat muda maupun saat masak di antara ekotipe. Demikian pula halnya dengan umur kapsul masak.

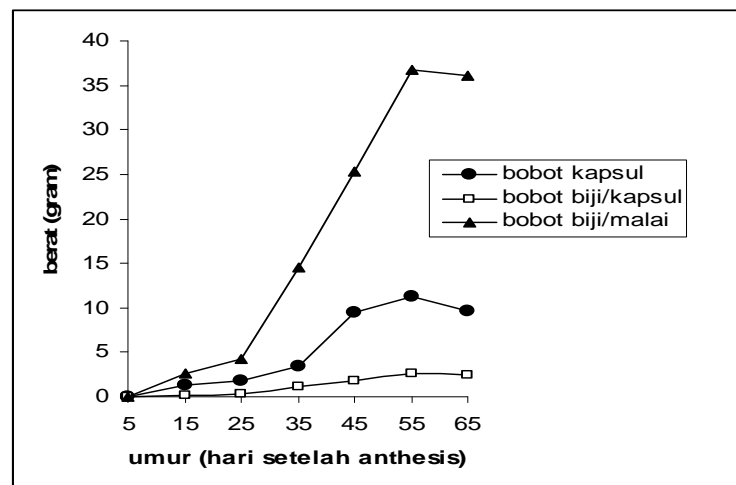
Periode pertumbuhan dan perkembangan bunga sejak terlihatnya calon bunga hingga anthesis berkisar 11.4-16.2 hari. Kemudian 8.6-10.5 hari setelah anthesis telah tampak kapsul berukuran sangat kecil (sekitar 2-3 mm). Biji mulai berkembang 20 hari setelah anthesis. Kapsul terus berkembang dan mencapai fase matang sekitar 40-45 hari setelah anthesis, kemudian mencapai fase masak pada 55-58 hari setelah anthesis, dan akhirnya memasuki fase senesen pada 60-65 hari setelah anthesis. Pertumbuhan dan perkembangan kapsul memerlukan waktu 65-70 hari sejak anthesis sedangkan perkembangan bunga dari sejak terbentuknya sampai anthesis diperlukan waktu berkisar 15-20 hari. Perkembangan organ generatif dari sejak mulai berbunga hingga kapsul masak memerlukan waktu berkisar 75-85 hari. Perkembangan kapsul pada pembuahan yang terjadi pada musim kemarau memerlukan waktu yang lebih pendek, yaitu berkisar 60-68 hari. Beberapa literatur menerangkan bahwa, lama pembungaan 10-15 hari. Kapsul akan masak sekitar 40-50 hari setelah pembuahan atau 90 hari dari pembungaan hingga fase pematangan buah.

Gambar berikut di bawah ini menjelaskan pertumbuhan dan

perkembangan kapsul dan biji yang ada di dalamnya. Periode pertumbuhan dan perkembangan kapsul jarak pagar aksesori NTB memerlukan sekitar 60 – 65 hari untuk mencapai stadia masak kuning atau stadia untuk dapat dipanen.



Gambar 30. Tahapan pertumbuhan dan perkembangan kapsul jarak pagar.



Gambar 31. Pola pertumbuhan dan perkembangan kapsul dan biji jarak pagar mengikuti pola sigmoid.

Periode pertumbuhan dan perkembangan kapsul jarak pagar melalui tahapan yang diawali dengan perkembangan ovarium (bakal buah), dan dilanjutkan pembelahan sel, perbesaran sel, pematangan, dan kemudian pemasakan buah. Tahapan pertumbuhan dan

perkembangan kebanyakan buah mengikuti pola sigmoid. Dari percobaan pengaturan jumlah kapsul per malai diperoleh bahwa jarak pagar mempunyai pola pertumbuhan dan perkembangan kapsul dan yang sigmoid. Gambar 27 mengilustrasikan pola sigmoid perkembangan kapsul dan biji jarak pagar.

Khususnya karakter fisik kapsul seperti diameter, panjang, dan bentuk kapsul serta berat kapsul saat masak tidak ada perbedaan di antara ekotipe. Diameter kapsul rata-rata berkisar 2.8-2.9 cm, panjang berkisar 2.9-3.1 cm sehingga kapsul sebagian besar ekotipe berbentuk bulat, kecuali ekotipe Lombok Timur berbentuk agak lonjong. Berat kapsul pada saat masak kuning rata-rata berkisar 10.2-11.4 g.

Biji jarak pagar berwarna hitam, namun seiring semakin kering akan tampak garis-garis putih yang sebenarnya merupakan retakan-retakan kecil dan dangkal pada lapisan luar kulit biji. Tidak ada perbedaan di antara ekotipe pada warna biji, jumlah biji per kapsul, panjang dan tebal biji, bobot kering biji per kapsul dan bobot kering individu. Jumlah biji per kapsul tiga dengan panjang berkisar 1.7-1.8 cm dan tebal berkisar 0.6-0.8 cm, berat kering biji berkisar 0.7-0.8 g, dan berat kering biji per kapsul berkisar 2.3-2.4 g.

Pengamatan terhadap berat biji, hasil minyak, jumlah cabang, dan diameter pangkal batang menunjukkan ada korelasi positif di antara variabel tersebut pada tiap ekotipe jarak pagar. Koefisien korelasi antara berat biji, hasil minyak, jumlah total cabang, dan diameter pangkal batang. Berat total biji per tanaman berkorelasi positif terhadap jumlah total cabang dan diameter pangkal batang. Demikian pula terhadap hasil minyak per tanaman walaupun dengan koefisien korelasi lebih rendah dibandingkan dengan variabel jumlah total cabang dan diameter pangkal batang. Hasil minyak per tanaman berkorelasi positif dengan diameter pangkal batang. Korelasi tidak nyata dijumpai pada jumlah total cabang terhadap hasil minyak. Nilai koefisien korelasi (r) tersebut dapat dikatakan bahwa semakin banyak percabangan dan semakin besar diameter pangkal batang, maka semakin meningkat berat biji per tanaman yang dihasilkan. Hal ini berhubungan dengan fenomena bahwa pembentukan malai bunga yang tumbuh dan berkembang menjadi kapsul terjadi pada bagian terminal setiap percabangan baik percabangan primer, sekunder, maupun tertier.

BAB 5

PERKECAMBAHAN BIJI JARAK PAGAR

Isi Bab

Tahapan atau proses perkecambahan biji jarak pagar akan dibahas dalam bab ini. Selain itu, pembahasan diarahkan pula pada pengaruh umur simpan benih terhadap perkecambahan, pengaruh fase perkembangan semai saat penyapihan terhadap pertumbuhan bibit, dan pengaruh kedalaman dan posisi tanam benih terhadap pertumbuhan bibit. Penjelasan pada aspek perkecambahan dan pertumbuhan semai serta bibit dalam bab ini juga disertai beberapa gambar untuk memperjelas bahasan-bahasan aspek tersebut. Pada akhir bab diuraikan beberapa faktor penyebab menurunnya viabilitas benih jarak pagar

Tujuan

Setelah membaca materi bab ini, para pembaca diarahkan untuk dapat:

- Mengetahui proses perkecambahan biji jarak pagar serta perubahan-perubahan morfologi dan fisiologis yang terjadi selama proses perkecambahan,
- Mengetahui pengaruh umur simpan benih terhadap kualitas semai dan bibit tanaman jarak pagar,
- Mengetahui pengaruh fase perkembangan semai saat penyapihan terhadap kualitas bibit tanaman jarak pagar, dan
- Mengetahui pengaruh kedalaman tanam dan posisi tanam benih terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar.
- Mengetahui beberapa faktor yang mempengaruhi menurunnya viabilitas biji

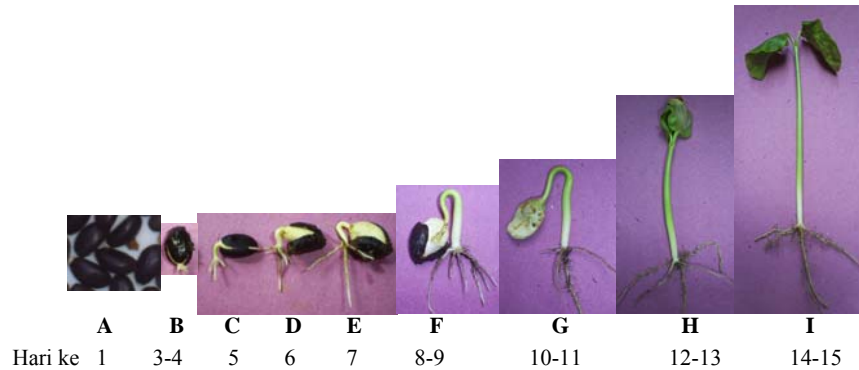
A. Tahapan Perkecambahan

Seperti pada tanaman lainnya, perkecambahan merupakan proses awal dari pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar. Secara agronomis, perkecambahan suatu biji (benih) diartikan sebagai kecambah yang telah atau mulai muncul di permukaan media tanam. Oleh karena itu perkecambahan adalah permulaan munculnya pertumbuhan aktif yang menghasilkan pecah kulit biji dan kemudian

munculnya kecambah di permukaan tanah. Hasil suatu perkecambahan ini adalah suatu tumbuhan yang masih kecil dan belum lama tumbuh dan berkembang dari biji serta masih hidup bergantung pada persediaan makanan yang terdapat di dalam biji dinamakan kecambah.

Secara umum, fase-fase dalam proses perkecambahan biji jarak pagar ditunjukkan pada Gambar 32. Percambahan diawali dengan tumbuhnya radikula melalui lubang *craduncle* biji (B). Radikula terus tumbuh secara geotropis menghasilkan satu buah akar tunggang dengan empat buah akar lateral sehingga fase ini kemudian diidentifikasi sebagai fase bintang dari suatu perkecambahan biji jarak pagar (C, D, dan E). Pada kondisi lingkungan yang memungkinkan bagi kecambah terus tumbuh, maka pertumbuhan selanjutnya adalah epikotil memanjang ke arah permukaan media tumbuh. Epikotil yang tumbuh mengalami pembengkokan karena kotiledon masih tertahan di dalam tanah, sehingga fase ini disebut sebagai fase pancing dan berlangsung hingga kotiledon terangkat ke permukaan media tumbuh (F dan G). Kotiledon kemudian membuka (pecah) dan berkembang menjadi daun kotiledon (H dan I). Periode perkecambahan (dari A sampai G) membutuhkan waktu sekitar 11 hari dan selanjutnya pertumbuhan semai diakhiri pada fase I yaitu setelah 14-15 hari sejak tanam benih.

Selama perkecambahan biji jarak pagar, semai muncul dikarenakan pemunculan epigeal yaitu suatu struktur di bawah kotiledon sebagai hasil pemanjangan epikotil atau radikula bagian atas. Sehubungan dengan tahapan perkecambahan seperti yang diuraikan di atas, maka biji jarak pagar memiliki tipe perkecambahan epigeal, yaitu kotiledon terangkat ke permukaan media tumbuh. Tinggi atau panjang epikotil berkisar 9.5 – 13 cm dengan warna hijau kekuningan. Daun kotiledon gugur saat bibit jarak pagar telah berumur berkisar antara 2-2.5 bulan setelah tanam biji (benih).

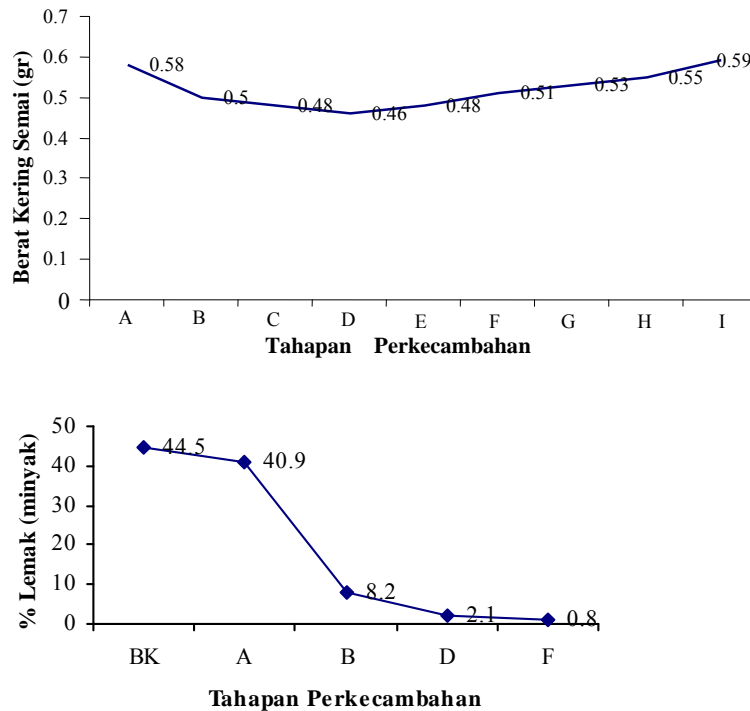


Gambar 32. Proses perkecambahan biji jarak pagar.



Gambar 33. Selama proses perkecambahan kotiledon atau daun biji mengalami perubahan warna dari putih krem, kemudian menguning dan akhirnya hijau (kiri), sedangkan endosperma mengalami penipisan struktur dan seolah melapisi kotiledon yang sedang mengalami pertumbuhan dan perkembangan, dan akhirnya gugur (tengah dan kanan).

Pada Gambar 34, terlihat bahwa selama perkecambahan hingga terbentuknya semai jarak pagar terdapat perubahan dalam persediaan bahan makanan. Adanya perubahan berat kering dari satu tahapan ke tahapan lainnya dalam proses perkecambahan menandakan bahwa terjadi perombakan bahan makanan yang tersimpan dalam endosperma biji jarak pagar. Hilangnya berat kering selama proses perkecambahan pada biji berlemak seperti biji jarak pagar disebabkan hilangnya sebagian lemak dan pati karena dirombak untuk membentuk karbohidrat terlarut seperti glukosa sebagai sumber energi dalam perkecambahan tersebut.



Gambar 34. Grafik perubahan berat kering (bahan tersimpan) (atas) dan kandungan minyak kernel (bawah) biji jarak pagar selama perkecambahan dan pertumbuhan semai.

Lemak pada biji jarak pagar tersimpan pada jaringan endosperma termasuk embrio yang mendominasi hingga 70% berat dari keseluruhan biji. Sejumlah sekitar 40% lemak yang pada mulanya terkandung dalam biji jarak pagar (biji kering = BK) mengalami penurunan jumlah hingga sekitar 1% selama perkecambahan dan pertumbuhan semai (Gambar 34-bawah).

Perubahan lemak menjadi sukrosa pada biji jarak pagar dirangsang oleh perkecambahan yang diawali dengan proses imbibisi, dan kemudian proses hidrolisis triacylglycerol. Perubahan tersebut selama perkecambahan melibatkan lima proses yang di dalamnya masing-masing terdiri dari beberapa tahapan reaksi. Proses dan tahapan tersebut diawali oleh lopolisis, oksidasi asam lemak, dan kemudian siklus glykosilat, oksidasi suksinat dalam siklus TCA, dan diakhiri dengan glukoneogenesis.

Lipolisis merupakan tahap pertama pemecahan lemak (triacylglycerol), yaitu melibatkan enzim *lipase*. Pemecahannya menghasilkan tiga molekul asam lemak dan gliserol di amplop oleosome. Beta oksidasi Asam Lemak terjadi di bagian dalam membran glyoxysome. Residu acyl diaktifkan oleh CoA. Setelah hidrogen dibuang oleh FAD (*Acyl CoA Oxydase*), H₂O dimasukkan dalam ikatan rangkap (*enoylhydratase*). Hidrogen lagi dibuang (*hydroxyacyl dehydrogenase*) dan akhirnya terjadi pembelahan antara atom C ke-2 dan ke-3 (*ketoacylthiolase*). Residu asam lemak yang direduksi melalui pembuangan fragmen C₂, sekarang dapat masuk kembali ke siklus. FADH₂ dibentuk dalam tahap 3 yaitu direoksidasi oleh oksigen. Hasilnya H₂O₂ yang dipecah oleh *catalase*. Kemudian siklus Glykosilat terjadi dalam matrik glyoksisom. Dua residu acetat dari β-oksidasi ditransformasi menjadi suksinat oleh siklus ini. Enzim kunci *isocitrate lyase* memecah isositrat menjadi glyoksilat dan suksinat. *Malat synthase* kemudian bersama Acetyl CoA menghasilkan malat. Melalui reduksi (*malate dehydrogenase*), oksaloasetat kembali dibentuk. Oksidasi NADH terbentuk dalam β-oksidasi dan dalam siklus glyoksilat muncul di luar glyoxysome (sitoplasma maupun di mitokondria). Tahapan Oksidasi Suksinat dalam siklus TCA terjadi di mitokondria dan menghasilkan asam oksaloasetat. Glukoneogenesis merupakan tahapan terakhir dan terjadi di sitosol. Melalui dekarboksilasi oksaloasetat oleh *phosphoenolpiruvat carboxykinase* menjadi phosphos enolpiruvat, kemudian menjadi hexosa phosphat melalui rantai reaksi glykolitik. Kombinasi fruktose dan glukose dengan *sucrose phosphate synthase* menghasilkan sukrosa.

Selama perkecambahan biji jarak pagar, lipid tersimpan dirombak menjadi karbohidrat dalam berbagai tahapan reaksi pada Siklus Glyoxylate di dalam *glyoxysome*, dan kemudian serangkaian tahapan reaksi lainnya terjadi di mitokondria. Reduksi karbon terjadi selama pembongkaran lipid dalam *glyoxysome* dan akhirnya menjadi karbohidrat terjadi dalam sitosol melalui gluconeogenesis. Karbohidrat (sukrosa) kemudian digunakan untuk mensukseskan proses perkecambahan biji hingga tanaman muda terbentuk setelah dapat melakukan fotosintesis sendiri.

Perombakan lemak menjadi sukrose pada biji jarak pagar yang sedang berkecambah memerlukan rangkaian reaksi sangat panjang dan membutuhkan banyak energi. Panjang reaksi dan tingginya energi yang dibutuhkan juga menandakan bahwa perkecambahan biji jarak

memerlukan suplai oksigen yang cukup banyak. Oleh karena itu penyediaan oksigen yang cukup melalui pemilihan jenis atau bahan media perkecambahan atau pembibitan jarak pagar merupakan hal penting yang harus diperhatikan untuk mendapatkan persentase biji berkecambah tinggi.

B. Pengaruh Umur Simpan Benih

Ada pengaruh nyata lama penyimpanan benih antara satu bulan hingga empat bulan terhadap daya kecambah dan kecepatan berkecambah benih serta persentase kecambah vigor (Tabel 1). Demikian pula kadar air biji mengalami penurunan seiring dengan lamanya penyimpanan. Seiring dengan semakin lama penyimpanan pada kondisi suhu kamar, terjadi kemunduran pada daya berkecambah. Demikian pula halnya dengan kecepatan berkecambah dan jumlah kecambah vigor semakin rendah dengan semakin lama waktu penyimpanan.

Daya berkecambah benih menurun seiring dengan semakin lama waktu penyimpanan karena terjadi proses kemunduran benih atau penurunan viabilitas benih. Perubahan kandungan air dalam biji (benih) dapat mengakibatkan kerusakan biji sehingga proses perkecambahan akan terhambat. Aspek fisiologi yang dipengaruhi oleh penuaan biji karena penyimpanan adalah menurunnya laju perkecambahan dan pertumbuhan semai, meningkatnya jumlah kecambah abnormal secara morfologis, dan semakin peka semai terhadap patogen. Selain itu, semakin lama biji disimpan dalam ruangan yang tidak dikendalikan suhu dan kelembaban, maka biji akan cepat kehilangan viabilitasnya seiring dengan lama waktu penyimpanan. Beberapa hasil penelitian pada biji berlemak lainnya diketahui bahwa biji mengalami penurunan viabilitas seiring dengan semakin lama waktu penyimpanan dalam ruang yang tidak dikendalikan kondisi suhu dan kelembaban udaranya. Khususnya pada biji jarak pagar, karena kandungan minyak yang tinggi (35-50%) maka biji jarak tidak dapat mempertahankan daya tumbuhnya apabila disimpan dalam waktu yang lama.

Tabel 1. Daya kecambah, kecepatan berkecambah, dan kecambah vigor dari benih pada masing-masing lama penyimpanan benih

Perlakuan (Lama Simpan)	Kadar Air Biji (%)	Daya Kecambah (%)	Kecepatan Berkecambah (hari)	Kecambah Vigor (%)	Berat Kering Semai (g)
0 bulan (tanpa)	9.8 ± 0.72	90.3 a	10.4 a	98.53 a	0.66
1 bulan	8.4 ± 0.68	80.7 b	13.1 ab	95.93 ab	0.57
2 bulan	7.6 ± 0.40	74.0 b	14.8 b	93.37 ab	0.59
3 bulan	7.3 ± 0.39	67.7 bc	16.0 bc	89.00 bc	0.51
4 bulan	6.8 ± 0.29	60.5 c	18.3 c	82.45 c	0.54
HSD 5%	-	8.6	3.3	9.2	-

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan biji jarak pagar selama 1–4 bulan hanya berpengaruh terhadap komponen daya tumbuh benih, tetapi tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan setelah lepas perkecambahan. Hal ini ditunjukkan oleh berat kering semai yang tidak berbeda nyata di antara lama penyimpanan tersebut.

Sehubungan dengan adanya penurunan jumlah biji yang berkecambah dengan seiring semakin lama penyimpanan biji yaitu 60 persen pada penyimpanan 3-4 bulan dan 74 persen pada penyimpanan 2 bulan maupun dengan melihat pada nilai kecepatan tumbuh yang cukup lambat yaitu 1–18 hari pada biji tersimpan 3–4 bulan, maka penanaman langsung di lapang/lahan maupun pembibitan langsung pada polibag akan merugikan. Benih yang memiliki viabilitas rendah, bila ditanam langsung di lapang akan menghasilkan pertanaman yang tidak seragam. Oleh karena itu diperlukan tindakan pembibitan tidak langsung (*indirect seedling*), yaitu melalui penyapihan dengan menyemaikan biji terlebih dahulu pada bedeng pesemaian.

Beberapa peneliti, terkait dengan pembibitan jarak pagar, menyatakan bahwa pembibitan maupun penanaman jarak pagar dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Dengan

mempertimbangkan hasil percobaan ini, maka pembibitan langsung dapat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal yang tentunya dapat mendukung teknik tersebut untuk dipilih, seperti gaya kecambah benih yang tinggi dan penanaman benih per lubang lebih dari satu atau diperlukan penyulaman bagi benih-benih yang tidak tumbuh. Namun demikian, bilamana hal-hal tersebut dilakukan, maka akan menyebabkan biaya pelaksanaan penanaman maupun pembibitan yang mahal dan diperoleh hasil bibit maupun pertanaman di lapang yang tidak seragam.

Penanaman secara langsung baik berupa biji maupun stek batang di Nicaragua tidak memberikan hasil yang baik. Demikian pula di Sinegal, penanaman bibit akar telanjang maupun bibit berpolibag lebih baik dibandingkan penanaman biji secara langsung. Penanaman langsung menyebabkan pertumbuhan yang sangat lambat dan persentase gagal tumbuh sangat tinggi. Hanya bilamana kondisi yang sangat optimal seperti ketersediaan kelembaban tanah yang cukup dan persiapan lubang tanam yang optimal serta penanaman biji lebih dari satu tiap lubang tanam, maka penanaman biji secara langsung akan berhasil.

C. Pengaruh Fase Perkembangan Semai saat Penyapihan terhadap Pertumbuhan Bibit

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fase perkembangan kecambah atau semai saat pindah tanam atau penyapihan terhadap pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar selanjutnya. Fase-fase tersebut dijelaskan pada Gambar 35 berikut.



Gambar 35. A. Kondisi pesemaian di bedengan, B. Biji yang telah direndam selama satu malam, C. Biji telah berkecambah (stadia bintang), D. Kecambah pada fase pancing, E. Semai dengan daun kotiledon telah mekar, dan F. Bibit dengan satu daun sempurna telah mekar.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa fase perkembangan kecambah atau semai tidak berpengaruh nyata pada komponen tajuk bibit seperti tinggi bibit, diameter batang bibit, jumlah daun bibit, panjang dan lebar daun bibit, dan berat kering tajuk bibit. Namun pada komponen perakaran, fase perkecambahan atau semai saat penyapihan berpengaruh nyata terhadap panjang akar tunjang, panjang akar lateral, dan berat kering akar. Terhadap rasio tajuk-akar dan laju tumbuh bibit, fase perkecambahan-semai tidak berpengaruh nyata.

Secara umum hasil percobaan menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata fase atau stadia perkembangan semai saat dilakukan penyapihan terhadap pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar. Semua stadia yang diujikan pada percobaan ini termasuk stadia benih ternyata masih memiliki daya adaptasi yang sama terhadap lingkungan media tanam dalam polibeg setelah dilakukan pindah tanam atau penyapihan dari bedeng semai.

Terdapat pengaruh nyata fase semai atau kecambah terhadap komponen perakaran seperti panjang akar tunjang, panjang akar lateral, dan berat kering akar. Akar tunjang dan akar lateral yang terpanjang ditunjukkan oleh bibit yang berasal dari penanaman benih

secara langsung (23,67 cm dan 17,78 cm) dan benih yang telah berkecambah (22,47 cm dan 16,33 cm). Sedangkan akar tunjang terpendek ditunjukkan oleh bibit yang berasal dari bahan penanaman berupa semai dengan stadia daun kotiledon mekar (18,25 cm) dan semai dengan stadia daun sempurna pertama telah mekar (16,33 cm). Akar lateral terpendek ditunjukkan oleh bibit berasal dari bahan penanaman berupa semai dengan stadia daun sempurna pertama telah mekar (13,45 cm).

Penyapihan pada saat semai telah berakar akan menyebabkan terputusnya beberapa perakaran yang telah terbentuk, baik akar tunjang maupun akar lateral. Hal tersebut yang menyebabkan akar bibit yang berasal dari bahan tanam berupa semai yang telah berkembang hingga stadia pancing maupun stadia semai dengan daun sempurna pertama mekar memiliki perakaran yang lebih pendek dibandingkan dengan bibit yang berasal dari bahan tanam benih maupun benih telah berkecambah. Selain itu, penanaman semai yang telah memiliki akar cukup panjang seperti pada semai tahap saat daun kotiledon mekar maupun saat daun pertama mekar cukup mengalami kesulitan dalam mengatur perakaran saat penanaman di polibeg, sehingga perakaran sering bergerombong maupun melengkung atau terlipat hingga patah. Pindah tanam semaian yang terlambat akan menyebabkan bibit mengalami penyesuaian yang cukup lama untuk kemudian tumbuh dan berkembang. Namun tidak akan terjadi patah atau pembengkokan akar pada bibit karena faktor kesulitan penanaman saat pindah tanam bilamana pesemaian dilakukan secara individu dalam wadah (*plugtray*).

Kualitas bibit tanaman jarak pagar yang diekspresikan oleh nilai rasio tajuk-akar dari masing-masing stadia perkembangan semai maupun benih sebagai bahan tanam tidak berbeda nyata. Namun dengan memahami makna rasio tersebut maka nilai rasio yang mendekati satu atau nilai rasio yang lebih kecil merupakan bibit yang memiliki kualitas lebih baik, maka bibit berkualitas diperoleh dari saat penyapihan atau penanaman bahan tanam berupa benih maupun benih berkecambah

Laju tumbuh bibit baik pada satu bulan pertama maupun satu bulan kedua tidak berbeda nyata diantara bibit yang berasal dari masing-masing stadia perkembangan semai. Namun laju tumbuh nampak lebih rendah dengan semakin berlanjutnya stadia perkembangan semai. Terdapat pula kecenderungan laju tumbuh pada satu bulan pertama lebih tinggi dibandingkan laju tumbuh pada satu

bulan kedua berikutnya. Satu bulan pertama pertumbuhan bibit merupakan stadia pertumbuhan cepat suatu bibit tanaman jarak pagar. Bibit baru saja lepas dari fase semai dan pada saat itu aktivitas perakaran tinggi yang juga masih didukung dengan kesesuaian media dalam wadah polibeg. Setelah memasuki satu bulan berikutnya, kondisi media dalam polibeg sudah mulai membatasi keleluasaan akar dan kemudian menyebabkan mulai terkekangnya pertumbuhan akar, sehingga pertumbuhan total bibit semakin berkurang. Kondisi perkembangan ini menunjukkan bahwa pembibitan tanaman jarak pagar baik dilakukan hingga bibit berumur 2–3 bulan. Fenomena pertumbuhan bibit jarak pagar ini serupa dengan pertumbuhan bibit jambu mete dan karet.

Sebagai akibat dari bibit yang lebih baik, maka bibit yang berasal dari benih tanam langsung maupun bahan tanaman berupa semaian dengan stadia atau fase benih telah berkecambah dan fase pancing yang lebih baik, maka memiliki daya adaptasi awal yang lebih baik di lapang pertanaman. Persentase bibit tumbuh dan pertumbuhan bibit di lapang yang mencerminkan daya adaptasi bibit yang diperoleh dari masing-masing bahan tanam yang berbeda perkembangannya saat pindah tanam ke polibeg atau berbeda fase perkembangan semai saat penyapihan.

Walaupun persentase tumbuh bibit di lapang tidak berbeda nyata, bibit dari ketiga bahan tanam (stadia perkembangan semai) tersebut memiliki nilai persentase yang tinggi, yaitu 100 persen. Demikian pula dengan tinggi tanaman dan jumlah daun yang terbentuk setelah dua bulan di lapang pertanaman ketiga bibit tersebut lebih tinggi yaitu 55,39 cm, 58,13 cm, dan 54,78 cm untuk tinggi dan 21,67 lembar, 20,04 lembar, dan 20,53 lembar daun dibandingkan dengan dua bibit dari bahan tanaman berupa semai dengan stadia semai dengan daun kotiledon mekar (tinggi 47,67 cm dengan 17,32 lembar daun) dan semai dengan daun sempurna pertama mekar (tinggi 44,06 cm dengan 16,28 lembar daun).

Sehubungan dengan hasil dua percobaan di atas, yang menunjukkan daya berkecambah benih menurun seiring dengan semakin lama waktu penyimpanan akibat terjadi proses kemunduran benih atau penurunan viabilitas benih, maka untuk memperoleh bibit tanaman jarak pagar yang baik diperlukan pembibitan secara tidak langsung (*indirect seedling*), yaitu melalui pesemaian benih terlebih dahulu. Fase perkembangan semai yang baik untuk waktu pindah tanam atau penyapihan adalah fase saat benih berkecambah dan saat

fase pancing atau pada saat umur semai berkisar 3–10 hari setelah penanaman/sebar benih.

D. Pengaruh Kedalaman dan Posisi Tanam Benih

Pada tanaman jarak pagar, pembibitan atau persiapan bibit sebagai bahan tanam dilakukan hingga berumur 2 – 3 bulan. Bibit yang baik dan seragam sangat tergantung pada kecepatan berkecambah dan persentase berkecambah benih yang digunakan, serta dipengaruhi pula oleh kondisi fisiologis benih, umur benih dalam penyimpanan, dan kesehatan pathogenesisnya. Kekuatan tumbuh benih dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan pada saat proses pembentukan biji dan penyimpanan hingga kondisi saat perkecambahan.

Seperti biji-biji tanaman lainnya, biji tanaman jarak pagar melewati beberapa tahapan dalam proses perkecambahannya. Tahapan tersebut seperti yang dilaporkan terjadi pada jarak kaliki atau jarak keyar (*R. cummunis* L.) meliputi imbibisi, aktivasi, dan pertumbuhan. Proses imbibisi yang merupakan proses penyerapan air oleh biji merupakan awal proses dimulainya perkecambahan dan efektivitasnya di lapang pertanaman ditentukan oleh posisi mikropil maupun permeabilitas kulit biji. Hasil penelitian penulis pada tanaman nagasari (*Mesua ferrea* L) diperoleh fenomena bahwa pengaturan posisi benih sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan awal bibit dan menentukan kualitas sistim perakaran. Demikian pula beberapa laporan hasil penelitian menjelaskan bahwa kedalaman tanam benih berpengaruh terhadap perkecambahan dan jumlah semai yang berhasil tumbuh pada *Sweetclover*, gandum, dan pinus. Berikut adalah paparan yang menjelaskan hasil studi pengaruh pengaturan posisi dan kedalaman tanam benih terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar.

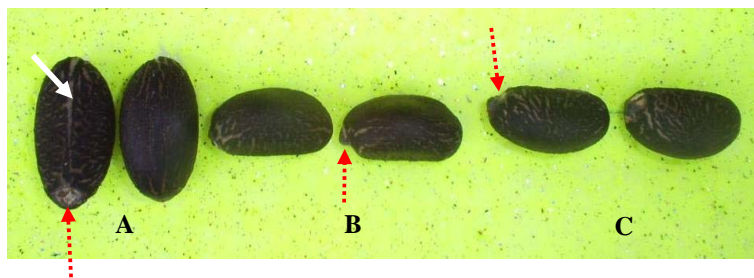
Posisi benih yang dimaksud adalah posisi dengan mikropil di bawah, posisi telentang, dan posisi telungkup (Gambar 36). Sedangkan kedalaman tanam benih terdiri atas kedalaman 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, dan 5 cm.

Terdapat interaksi kedalaman tanam dengan posisi benih terhadap daya kecambah benih, kecepatan berkecambah, dan persen semai vigor. Kedua faktor tersebut tidak berinteraksi nyata pada komponen pertumbuhan semai maupun bibit. Kedalaman tanam benih berpengaruh nyata hanya terhadap tinggi semai dan tinggi bibit,

sedangkan posisi benih berpengaruh nyata pada panjang akar lateral, panjang akar tunjang, berat kering akar, dan rasio tajuk-akar.

Tidak ada perbedaan nyata berat biji beberapa saat setelah penanaman baik pada masing-masing kedalaman tanam maupun posisi tanam. Namun nampak ada kecenderungan biji semakin bertambah berat seiring dengan semakin dalam penanaman.

Tidak ada pengaruh nyata kedalaman tanam maupun posisi benih terhadap komponen bibit di atas permukaan tanah seperti tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta berat kering tajuk. Sedangkan pada komponen bibit di bawah permukaan tanah, kedalaman tanam tidak berpengaruh nyata, namun posisi benih berpengaruh nyata terhadap panjang akar lateral dan akar tunjang, berat kering akar. Demikian juga posisi benih berpengaruh nyata terhadap rasio tajuk-akar.



Gambar 36. Posisi benih saat penanaman. A) posisi mikropil di bawah, B) posisi biji telungkup, dan C) posisi biji telentang. Tanda panah putih menunjukkan bagian tengah (belahan) kulit di bagian ventral biji, dan tanda panah putus-putus menunjukkan posisi mikropil.

Posisi benih saat penanaman mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan akar sejak mulai terbentuknya akar pada proses perkecambahan hingga bibit berumur dua bulan. Posisi benih terlentang menyebabkan adanya pembengkokan pada pangkal akar-batang (Gambar 37). Pada benih yang terlentang memposisikan mikropil ke arah atas, sehingga saat radikula tumbuh dan berkembang akan mengarah ke atas terlebih dahulu sebelum mengikuti gaya gravitasi selayaknya arah tumbuh akar. Pembengkokan ini akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan baik akar lateral maupun akar tunjang yang selanjutnya mempengaruhi nilai rasio tajuk-akar. Pertumbuhan dan perkembangan akar yang baik terjadi

pada posisi benih telungkup dan benih ditanam tegak yang memposisikan lubang mikropil di bawah. Namun pada posisi yang disebutkan terakhir menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tajuk semai yang tidak baik, akibat adanya halangan pertumbuhan daun kotiledon oleh kulit biji (Gambar 37). Pada posisi telungkup juga diperoleh kualitas bibit yang baik (berdasarkan nilai rasio tajuk-akar yaitu 2.49). Rasio tajuk-akar menggambarkan perimbangan pertumbuhan antara tajuk dan akar. Semakin rendah atau mendekati nilai satu, maka nilai rasio tersebut mencerminkan adanya keseimbangan pertumbuhan antara tajuk dan akar.

Daya kecambah benih yang mencerminkan persentase benih berhasil tumbuh membentuk semai pada media pembibitan nampak semakin rendah seiring semakin dalam penanaman benih pada semua posisi benih. Dalam percobaan ini diketahui bahwa kedalaman tanam 4 cm sudah dapat mempengaruhi perkecambahan biji pada berbagai posisi tanam. Posisi telentang dapat menekan perkecambahan sehingga hanya mencapai 58,67%. Pada kedalaman tanam tersebut, benih dengan posisi mikropil di bawah dan benih dengan posisi telungkup masih menghasilkan daya tumbuh yang cukup tinggi, masing-masing sebesar 70,67% dan 72,67%. Semakin dalam penanaman biji menyebabkan semakin rendah daya tumbuh. Kedalaman tanam 5 cm pada semua posisi benih menghasilkan daya tumbuh yang rendah yaitu berkisar 45,33 – 51,0%.

Hasil percobaan ini sejalan dengan penelitian penulis terdahulu bahwa posisi telungkup merupakan posisi yang baik bagi perkecambahan biji Nagasari (*Messua ferrea* L.). Demikian juga posisi telungkup pada jambu mente merupakan posisi yang baik untuk menghasilkan bibit berkualitas baik, yaitu tidak ada pembengkakan pada pangkal batang-akar.

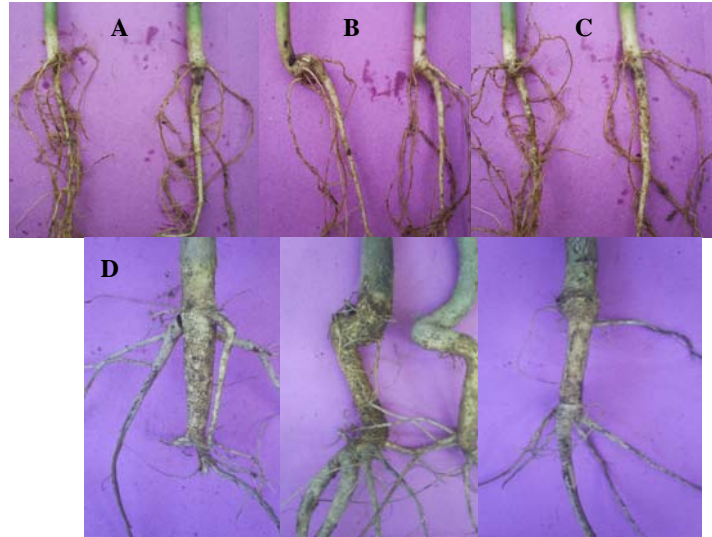
Seperti telah diketahui bahwa perkecambahan biji memerlukan kelembaban media tumbuh pada tingkat tertentu agar dapat dimanfaatkan biji tersebut untuk dapat aktif bermetabolisme. Posisi tanam benih mempengaruhi posisi lubang mikrofil biji maupun bagian kulit ventral akan sangat menentukan jumlah air (kelembaban) yang dapat diserap oleh biji, karena melalui kedua bagian biji tersebut air mudah meresap ke dalam benih.

Ada kecenderungan biji semakin bertambah berat seiring dengan semakin dalam penanaman. Kondisi kelengasan tanah semakin meningkat seiring semakin dalam posisi pada suatu media tanam yang mempengaruhi jumlah air terserap oleh biji. Demikian pula pada benih

dengan posisi mikropil di bawah dan posisi telungkup terjadi penambahan berat biji yang disebabkan penyerapan air yang lebih banyak dibandingkan posisi terlentang. Posisi mikropil dan bagian biji yang mudah dilalui molekul air sangat menentukan jumlah air yang diserap biji melalui proses imbibisi. Pada posisi telungkup memberikan peluang penyerapan air oleh biji lebih banyak karena posisi mikropil dan bagian tengah (belahan) kulit di bagian ventral biji jarak pagar tepat pada arah atau posisi air dalam media tersedia banyak dan mudah diserap.



Gambar 37. Kondisi pertumbuhan dan perkembangan semai dengan posisi benih mikrofil di bawah. Gambar atas (A) tahapan perkembangan semai pada kedalaman tanam 1 cm. Nampak kecambah terkulai karena bobot kotiledon yang cukup berat. Kondisi ini terus terjadi hingga bibit berumur 15 hari, terkulai bila terkena air siraman. Pangkal akar/batang terlalu dangkal. Gambar bawah (B) tahapan perkembangan semai pada kedalaman tanam 4-5 cm. Nampak kulit biji masih menutupi daun kotiledon yang sudah mulai tumbuh dan berkembang, menyebabkan perkembangan semai tidak normal.



Gambar 38. Sistem perakaran bibit tanaman jarak pagar dari posisi benih mikrofil di bawah (A), telentang (B), dan telungkup (C) pada umur 2 bulan. Perkembangan akar tanaman berumur 4 bulan di lapang pada masing-masing posisi benih (D). Pada posisi telentang (D-tengah) tampak pangkal akar membengkok.

Dalam penelitian ini diamati adanya fenomena biji-biji yang sudah berkecambah tidak mampu untuk terus tumbuh hingga muncul dipermukaan tanah ataupun setelah muncul dipermukaan tanah, hipokotil beserta kotiledon mengalami gangguan untuk tumbuh dan berkembang. Hal itu terjadi pada kedalaman tanam 4 cm, 5 cm dan pada posisi terlentang (Gambar 38-B). Fenomena tersebut dapat terjadi karena energi yang terkandung dalam kotiledon dan/atau endosperma tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan hingga menembus permukaan tanah terutama pada posisi penanaman yang dalam, atau disebabkan hambatan fisik media tumbuh, berkurangnya konsentrasi oksigen pada tanah yang semakin dalam, dan adanya infeksi pathogen. Sedangkan pada kedalaman tanam yang dangkal dengan posisi mikropil di bawah menyebabkan semai tidak kuat tertanam karena perakaran tidak cukup dalam. Selain itu dengan adanya beban berat karena kulit biji ikut terangkat ke permukaan tanah akan menyebabkan semai jarak pagar mudah rebah bila terkena air penyiraman (Gambar 38-A). Dalam percobaan ini, dijumpai pula sejumlah biji yang tidak tumbuh karena membusuk terutama pada

kedalam tanam 5 cm .

Terkait dengan kondisi seperti dijelaskan di atas, maka persentase semai vigor semakin menurun dengan semakin dalam penanaman pada semua posisi benih. Jumlah semai vigor terendah dijumpai pada posisi terlentang dengan kedalaman 5 cm, sedangkan jumlah tertinggi diperoleh pada kedalaman 2 cm dengan semua posisi penanaman. Namun demikian kedalaman tanam dan posisi benih tidak berpengaruh nyata terhadap komponen semai kecuali tinggi semai. Perbedaan tinggi semai disebabkan karena adanya perbedaan dalam kecepatan berkecambah atau muncul semai di permukaan tanah. Semakin lambat kecepatan muncul kecambah di permukaan tanah menyebabkan tinggi semai semakin rendah. Tinggi semai yang tertinggi diperoleh dari kedalaman 2 cm dan 3 cm, sedangkan tinggi semai terendah pada kedalaman tanam 5 cm.

Pada percobaan ini, berat kering semai tidak berbeda nyata, namun terlihat berat kering semai tersebut meningkat seiring dengan semakin dangkalnya penanaman. Hal ini dikarenakan kecepatan berkecambahnya rendah yang berarti lebih awal munculnya di permukaan tanah terjadi pada penanaman yang lebih dangkal. Kecambah yang lebih dahulu muncul akan memiliki laju tumbuh yang lebih baik sehingga memungkinkan kesempatan menimbun biomasa yang lebih banyak dibandingkan kecambah yang lebih belakang atau terlambat muncul. Hal ini karena lebih dahulu dapat memanfaatkan lebih banyak cahaya.

Bibit dengan kondisi membengkok pada pangkal batang-akar tidak baik digunakan untuk bahan pertanaman. Bibit yang membengkok pada pangkal akar-batangnya diperoleh dari pembibitan dengan posisi biji telentang. Tanaman yang berasal dari bibit dengan kondisi tersebut akan mudah patah atau tidak kuat dalam menahan beban percabangan ideal suatu pertanaman jarak pagar yang ditujukan mendapatkan hasil biji yang tinggi. Jadi, pengaturan posisi dan kedalaman tanam benih hanya berpengaruh nyata pada proses perkecambahan atau pertumbuhan dan perkembangan semai tanaman jarak pagar, namun tidak berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan bibit selanjutnya. Kedalaman tanam benih berpengaruh terhadap panjang bagian yang muncul di permukaan tanah yang nantinya berkembang menjadi batang dan penampilan semai. Selain terhadap perkecambahan biji, kedalaman tanam juga berpengaruh pada jumlah semai yang berhasil tumbuh terus, namun tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan selanjutnya setelah semai.

E. Penyebab Penurunan Viabilitas Benih

Seperti halnya benih (biji) tanaman lainnya, benih jarak pagar juga dapat mengalami penurunan viabilitasnya. Penyebab penurunan viabilitas benih dimaksud adalah faktor dalam dan faktor luar dari benih itu sendiri.

Faktor dalam yang mempengaruhi viabilitas benih meliputi perubahan aktivitas enzim, perubahan laju respirasi, perubahan pada cadangan makanan tersimpan, perubahan membran sel, dan adanya kerusakan kromosom. Sedangkan yang termasuk faktor luar adalah pemeliharaan tanaman, panen buah, proses pengupasan buah, pengeringan, pengemasan dan penyimpanan serta transportasi.

Pemeliharaan tanaman sangat mempengaruhi kualitas biji yang terbentuk. Aspek pemeliharaan tanaman tersebut meliputi pemupukan yang bertujuan menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain pupuk, kecukupan air juga sangat memegang peranan. Kecukupan hara dan air tersebut tidak boleh sebagai faktor pembatas pada saat periode pembungaan dan pengisian biji (pertumbuhan dan perkembangan buah).

Seperti sudah diketahui bahwa biji jarak pagar berada di dalam buah yang terbungkus oleh kulit buah. Tanda-tanda untuk memetik (kriteria panen) biji tentunya dicirikan oleh kondisi kulit buah tersebut. Tingkat kematangan optimal yang baik bagi biji adalah ditandai oleh kulit buah telah berwarna kuning. Bila biji dipanen dari buah yang masih hijau, maka viabilitas benih akan rendah. Demikian pula bila panen terlambat, yaitu pada saat buah telah mengering.

Setelah panen, tindakan yang mempengaruhi kualitas benih adalah teknik sortasi biji, proses pembijian, pengeringan, pengemasan dan penyimpanan. Biji-biji yang akan digunakan sebagai benih sebaiknya dipilah berdasar tingkat ukuran apakah itu besar-kecil ataupun berat-ringannya benih. Pengupasan yang dimaksudkan untuk memperoleh biji dapat dilakukan secara manual maupun mekanik menggunakan alat pengupas. Apapun teknik pengupasan yang digunakan yang terpenting adalah biji jangan sampai mengalami kerusakan fisik seperti tergores, retak, ataupun pecah.

Pengeringan dapat dilakukan dengan pengeringan sinar matahari ataupun mesin pengering (*seed dryer*). Yang perlu diperhatikan saat pengeringan biji adalah suhu pengering, diupayakan tidak melebihi 40°C. dan kadar air benih yang baik berkisar 6-7%.

Pengemasan dapat menggunakan plastik atau kaleng. Bahan

kemasan lainnya dapat digunakan asalkan tidak mudah tembus udara (terutama udara basah).

Biji jarak pagar adalah termasuk biji yang mengandung lemak tinggi sehingga tergolong benih yang mudah mengalami penurunan viabilitas selama dalam penyimpanan. Penurunan akan cepat jika kondisi lingkungan simpan tidak baik dan sebaliknya viabilitas akan dapat dipertahankan lama bila kondisi lingkungan penyimpanan baik (memenuhi syarat).

BAB 6

PESEMAIAN DAN PEMBIBITAN

Isi Bab

Bab ini membahas aspek perbanyakan tanaman jarak pagar baik secara generatif melalui penggunaan biji maupun secara vegetatif melalui menggunakan stek batang. Bahasan diarahkan pada pengaruh macam media pembibitan terhadap pertumbuhan bibit asal biji dan asal stek batang. Demikian juga aspek ukuran stek batang terutama diameter dan panjang stek sebagai bahan perbanyakan tanaman jarak pagar akan dibahas dalam bab ini.

Tujuan

Setelah membaca materi bab ini, para pembaca diarahkan untuk dapat:

- mengetahui dasar pembiakan tanaman dan cara perbanyakan tanaman jarak pagar,
- mengetahui pengaruh beberapa macam media pembibitan terhadap pertumbuhan bibit asal biji dan stek batang, dan
- mengetahui pengaruh ukuran stek batang terhadap pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar.

Pembiakan merupakan manifestasi dari urutan peristiwa yang terlibat dalam pengabadian dan pelipatgandaan sel dan organisme. Oleh karena itu, pembiakan tanaman merupakan pertambahan jumlah dan pelestarian sifat penting tanaman bersangkutan.

Istilah perbanyakan tanaman diartikan sebagai upaya pembiakan tanaman yang dikendalikan oleh manusia sesuai dengan tujuannya. Melalui perbanyakan tanaman ini dapat diperoleh pengulangan dan penggandaan jenis, yang diwujudkan pada penciptaan generasi baru yang lebih baik. Namun, baik pembiakan alami oleh tanaman itu sendiri maupun perbanyakan tanaman yang melibatkan manusia merupakan cara untuk menghindar dari kepunahan atau mencegah terjadinya erosi genetik.

Dalam pelestarian keturunan demi kelangsungan hidup bagi generasi berikutnya tentunya tanaman melalui suatu siklus atau daur kehidupan. Untuk hal tersebut dikenal dua tipe pembiakan tanaman yang sangat berbeda secara esensial, yaitu pembiakan seksual (kawin)

dan pembiakan aseksual (tidak kawin). Cara pertama dikenal sebagai pembiakan atau perbanyakan generatif sedangkan yang kedua dikenal sebagai pembiakan atau perbanyakan vegetatif .

A. Perbanyakan Generatif dan Perbanyakan Vegetatif

Pelipatgandaan tanaman secara generatif merupakan pembiakan tanaman yang memerlukan organ generatif seperti biji sehingga sering pula dikenal sebagai pembiakan tanaman melalui biji. Pembiakan generatif didasarkan pada suatu peristiwa seksual, yang melibatkan suatu proses penyatuan sel berasal dari sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Hasil penyatuan kedua sel disebut zigot. Melalui serangkaian proses, akhirnya terbentuklah biji yang di dalamnya berisikan embrio. Embrio yang terbentuk membawa sifat berasal dari hasil kombinasi kedua sel tetuanya yaitu sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Akibat adanya kombinasi inilah, maka melalui perbanyakan secara generatif sering diperoleh berbagai macam variasi tanaman dalam tiap jenisnya. Keragaman atau variasi genetik sangat berguna sebagai sumber karakter baru yang menguntungkan untuk tujuan pemuliaan tanaman dan keragaman ini akan diperoleh pada tanaman dengan sifat menyerbuk silang.

Kesuksesan perbanyakan tanaman dengan menggunakan biji dipengaruhi oleh sumber benih dan proses selama penanganan benih yang keduanya menentukan viabilitas benih. Selanjutnya keberhasilan biji untuk tumbuh dan berkembang membentuk bibit dan akhirnya tanaman ditentukan oleh teknik perbanyakan atau pembibitan, yang mencakup pematangan dormansi, faktor lingkungan, hama-penyakit, dan teknik penanaman biji.

Pertumbuhan biji hingga menjadi tanaman dewasa diawali dari perkecambahan biji. Proses perkecambahan biji diawali dengan penyerapan air oleh biji melalui proses imbibisi kemudian munculnya radikel, dan akhirnya munculnya kecambah di atas permukaan tanah. Munculnya kecambah ke permukaan tanah dipengaruhi oleh kekuatan tumbuh benih, media tanam, kedalaman tanam benih, dan posisi benih saat tanam. Produksi tanaman bahkan berhubungan dengan perkecambahan dan vigor benih dari tanaman itu sendiri, karena perkecambahan dan viabilitas benih menentukan keseragaman dan populasi tanaman di lapang.

Berbeda dengan pembiakan generatif atau seksual, pada pembiakan vegetatif atau aseksual, turunan yang diperoleh memiliki karakter yang identik dengan induknya. Hal ini disebabkan karena

organ pembiakan (bahan perbanyakan) merupakan organ vegetatif tanaman berupa akar, batang, atau daun.

Pembiakan tanaman aseksual merupakan dasar pembiakan vegetatif suatu tanaman yang membatasi adanya variasi genetik pada turunannya. Pembiakan vegetatif dapat mengabadikan individu tanaman tanpa mengalami perubahan bahan genetik pada generasinya hingga sampai beberapa tahun ke depan. Jadi turunan (*progeny* atau *off-spring*) akan identik dengan tanaman induknya yang dikenal sebagai klon.

Pembiakan vegetatif tanaman dapat terjadi karena setiap sel tanaman mampu tumbuh dan berkembang menjadi tanaman baru yang normal asalkan lingkungan tempat ditumbuhkannya mendukung untuk proses tumbuh dan berkembang. Kemampuan ini dikenal dengan istilah *totipotensi* dan kemampuan tumbuh tersebut adalah akibat adanya pembelahan sel sederhana (atau *mitosis*) yang terjadi selama jaringan tanaman tersebut masih tumbuh.

Selanjutnya, pembiakan vegetatif tanaman melalui penyetekan diartikan sebagai upaya perbanyakan tanaman dengan memisahkan organ vegetatif tanaman seperti akar, batang, dan daun dari pohon induknya. Potongan bahan perbanyakan disebut sebagai stek kemudian ditanam pada medium tumbuh agar terbentuk akar dan kemudian tunas.

Pembentukan akar pada stek (batang) merupakan suatu proses yang dikenal sebagai organogenesis, yaitu proses perkembangan yang unik untuk berdiferensiasi melalui struktur dan fungsinya membentuk sejumlah organ. Proses pembentukan tubuh (organ) pada dasarnya merupakan kemampuan untuk mempertahankan kehidupan dan juga untuk menghadapi lingkungan. Kemampuan tersebut disebabkan tanaman memiliki daya melakukan juvenilisasi kembali pada jaringan yang selnya telah mengalami diferensiasi. Kemampuan ini dikenal sebagai dediferensiasi (berdiferensiasi kembali).

Tanaman jarak pagar termasuk tanaman tahunan, dan sebagai tanaman tahunan maka salah satu aspek budidaya yang memegang peranan penting bagi pencapaian produksi yang baik adalah aspek pembibitan. Perkebunan yang baik memerlukan bibit berkualitas. Pembibitan tanaman jarak dapat dilakukan dengan menggunakan bahan tanam berasal dari setek batang maupun biji. Jika stek digunakan, maka dipilih cabang atau batang yang telah cukup berkayu dengan ukuran panjang sekitar 25-30 cm atau memiliki 3-5 ruas tiap stek. Benih dipilih dari biji yang telah masak yaitu diambil dari buah

(kapsul) yang telah berwarna kuning.



Gambar 39. Bahan perbanyakan tanaman jarak pagar adalah stek batang (kiri) dan biji (kanan).



Gambar 40. Pesemaian perbanyakan generatif (biji) pada saat 10 hari setelah tanam (atas) dan pesemaian perbanyakan vegetatif dengan stek batang (bawah)

B. Tinjauan Bahan Perbanyakan dan Macam Media Pembibitan

Pembibitan atau perbanyakan tanaman tentunya memerlukan media pembibitan khusus karena media pembibitan merupakan faktor lingkungan yang penting. Sifat fisik media yang terlalu porous tidak baik untuk pertumbuhan bibit asal stek. Penyerapan unsur hara oleh akar tanaman akan lebih efektif apabila sentuhan antara akar dan permukaan media terjadi cukup erat. Sebagian besar jenis tanaman

berkayu dilaporkan oleh banyak peneliti memerlukan kondisi media pembibitan yang memiliki porositas dan daya pegang air yang cukup serta mampu mempertahankan kelembaban dalam periode yang cukup lama.

Merujuk pada adanya pengaruh macam media pembibitan terhadap pertumbuhan dan perkembangan bibit tanaman jarak pagar, maka berikut ini adalah uraian hasil percobaan pembibitan dua macam bahan perbanyakan pada berbagai macam media pembibitan.

Biji maupun stek batang dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman jarak pagar, namun memiliki pertumbuhan dan perkembangan yang beragam pada media tanam (pembibitan) yang berbeda. Macam media pembibitan harus menjadi pertimbangan dalam perbanyakan baik secara vegetatif maupun generatif tanaman ini.

Penampilan akhir bibit merupakan manifestasi pertumbuhan dan perkembangannya selama kurun waktu tertentu. Pada percobaan ini dijumpai bibit asal biji maupun asal stek yang terbaik nampak pada media tanah-pasir-pupuk kandang, kemudian diikuti bibit pada media tanah-pupuk kandang, media tanah-sekam padi-pupuk kandang, dan terakhir pada media tanah-serbuk gergaji-pupuk kandang.

Pada komponen variabel tajuk bibit tampak bahwa media tanah, media campuran tanah-pasir berpengaruh lebih baik dibandingkan media campuran tanah-sekam padi dan tanah-serbuk gergaji. Hal ini disebabkan media tanah-pupuk kandang dan tanah-pasir-pupuk kandang memiliki kemampuan memegang kelengasan yang baik walaupun lebih rendah dibanding media campuran tanah-sekam padi-pupuk kandang dan tanah-serbuk gergaji-pupuk kandang. Kedua media memiliki kapasitas tukar kation yang sedang untuk media tanah-pupuk kandang (23.2 meq/100g) dan tinggi untuk media tanah-pasir-pupuk kandang (25.9 meq/100g), dan juga kisaran kemasaman pada tingkat kategori agak masam (5.9-6.2) yang lebih cocok bagi pertumbuhan tanaman jarak pagar dibandingkan media campuran tanah-sekam padi-pupuk kandang dan tanah-serbuk gergaji-pupuk kandang. Agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman baik diperlukan ketersediaan air tanah yang memadai untuk digunakan sebagai senyawa utama pembentuk protoplasma, pelarut dan media pengangkutan hara mineral dari tanah ke tanaman, dan bahan baku fotosintesis. Hasil penelitian pada azalea memperlihatkan bahwa pertumbuhan tajuk tanaman azalea meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah air tersedia yang terkait dengan jenis media

pembibitan. Pertumbuhan terhambat pada media yang memegang air sangat banyak.



- Gambar
- A. Kondisi bibit jarak pagar umur 2 bulan asal biji (kiri) dan stek batang (kanan). M1= media tanah-pukan, M2= media tanah-pasir-pukan, M3= media tanah-sekam padi-pukan, dan M4= media tanah-serbuk gergaji-pukan.
 - B. Perakaran bibit jarak pagar umur 2 bulan asal biji. Dari kiri ke kanan masing-masing bibit tumbuh pada M1, M2, M3, dan M4.
 - C. Perakaran bibit jarak pagar umur 2 bulan asal stek batang. Dari kiri ke kanan masing-masing bibit tumbuh pada M1, M2, M3, dan M4.

Kondisi tersebut di atas didukung pula oleh kondisi porositas media yang cocok akan memberikan peluang yang semakin baik bagi bibit tanaman jarak pagar tumbuh dan berkembang. Semakin besar ruang pori suatu media tanam akan semakin baik aerasi. Namun sifat fisik media yang terlalu poros tidak baik, karena penyerapan unsur hara oleh akar tanaman akan lebih efektif apabila sentuhan antara akar

dan permukaan media terjadi cukup erat sehingga diperlukan tingkat porositas yang cukup menyediakan peluang akar untuk dapat mengabsorpsi air dan nutrisi dengan baik.

Perbedaan pertumbuhan dan perkembangan bibit jarak berasal dari biji maupun stek batang dikarenakan perbedaan sifat fisik maupun kimia masing-masing media tanam. Media campuran tanah-serbuk gergaji merupakan media campuran yang menyebabkan hambatan pertumbuhan dan perkembangan bibit. Tingkat porositas yang tinggi menyebabkan kurang eratnya daya pegang atau sentuhan antara akar dan media walaupun kadar air saat kapasitas lapang media tanah-serbuk gergaji-pupuk kandang paling tinggi. Namun pada sisi lain, media campuran berbasis serbuk kayu seketahui sangat baik dan umum digunakan untuk perbanyakan tanaman hortikultura tahunan. Selain itu, media campuran ini memiliki kapasitas tukar kation pada tingkat sedang dan kemasaman media pada tingkat masam dibandingkan media campuran lainnya. Ada pengaruh negatif senyawa kimia hasil dekomposisi awal dari bahan serbuk kayu juga menyebabkan cekaman "alelopati" pada pertumbuhan dan perkembangan bibit. Oleh karena itu, maka perlu pemilihan jenis kayu dari serbuk gergaji yang akan digunakan, yaitu memilih jenis-jenis kayu yang tidak menyebabkan atau bersifat alelopati. Kandungan air tinggi menyebabkan kurang aerasi dan mempercepat *leaching* senyawa penghambat tumbuh dari serbuk gergaji kayu.

Pertumbuhan dan perkembangan bibit asal biji pada media campuran tanah-sekam padi tergolong kurang baik dibandingkan bibit yang tumbuh pada media tanah-pupuk kandang dan media tanah-pasir-pupuk kandang. Namun tidak demikian dengan bibit asal stek batang. Hambatan pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar pada media tanah-sekam padi-pupuk kandang dikarenakan kurang eratnya tautan antara akar dan media akibat porositas media yang tinggi. Kemasaman media tanah-sekam padi-pupuk kandang pada tingkat masam (pH 5.4) menyebabkan penghambatan terhadap pertumbuhan bibit. Kemasaman media sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman karena pengaruhnya terhadap kondisi kimia dan biologi tanah, ketersediaan unsur hara esensial, dan kelarutan bahan beracun (toksik). Nilai kemasaman mendekati 6.0-6.5 merupakan kondisi yang baik untuk ketersediaan unsur hara. Diketahui dari beberapa pustaka bahwa untuk pertumbuhan yang baik, tanaman jarak pagar menghendaki kemasaman media tumbuh sekitar 5.5-6.5. Dengan demikian media campuran tanah-sekam padi-pupuk kandang (dengan

kemasaman 5.3) dan tanah-serbuk gergaji-pupuk kandang (dengan kemasaman 5.0) kurang cocok untuk media pembibitan tanaman jarak pagar dilihat dari sifat kemasaman media.

Namun demikian, bila dilihat pada jumlah bibit yang hidup setelah dua bulan pindah tanam di lapangan, persentasenya tidak berbeda nyata dengan bibit berasal dari media tanah-pupuk kandang dan media tanah-pasir-pupuk kandang. Persentase bibit hidup pada bibit asal tumbuh media tanah-sekam padi-pupuk kandang lebih tinggi dibandingkan bibit asal media tanah-serbuk gergaji-pupuk kandang. Hal ini disebabkan pada saat pindah tanam bongkahan tanah bersama dengan perakaran saat merobek plastik polibag tidak mudah pecah. Bongkahan media tanam dijumpai mudah pecah terjadi pada media campuran tanah-serbuk gergaji-pupuk kandang karena media tersebut berstruktur remah. Media tanam pecah menyebabkan beberapa akar terputus atau patah sehingga bibit mengalami cekaman pasca pindah tanam dan kemudian mempengaruhi kecepatan bibit beradaptasi untuk selanjutnya meneruskan pertumbuhan dan perkembangan pada lingkungan yang berbeda dengan lingkungan di pembibitan.

Tidak ada satupun tanaman asal biji berbunga setelah dua bulan pindah tanam, kecuali tanaman asal stek batang. Kondisi ini merupakan fenomena genetik, yaitu tanaman berasal dari stek lebih cepat berbunga disebabkan oleh tingkat kedewasaan bahan tanaman asal stek telah dicapai dibandingkan tanaman berasal dari biji yang harus melalui fase juvenil. Tanaman berasal dari perbanyakan vegetatif memasuki fase generatif lebih cepat dibandingkan tanaman hasil perbanyakan biji.

C. Tinjauan Ukuran Stek Batang sebagai Bahan Perbanyakan

Perbanyakan tanaman melalui pembibitan penting dalam pengembangan perkebunan jarak pagar. Mengingat tanaman ini bersifat heterosigos, maka perbanyakan vegetatif dengan stek batang akan menghasilkan tanaman yang memiliki karakter identik dengan tanaman induknya.

Dalam perbanyakan tanaman dengan stek, faktor fisik seperti panjang stek dan diameter stek perlu dipertimbangkan karena berpengaruh terhadap kemampuan bahan stek membentuk akar. Ukuran stek seperti panjang dan diameter stek yang baik untuk masing-masing jenis tanaman berbeda satu dengan lainnya, termasuk pula jarak pagar.

Percabangan tanaman jarak pagar yang tersedia sebagai bahan

perbanyak adalah batang pada percabangan lateral dengan panjang tidak lebih dari 1 meter dengan diameter berkisar kurang dari 1 cm hingga lebih dari 3 cm. Umumnya semakin menjauh dari pucuk maka diameter batang semakin membesar dan perbedaan diameter tersebut berpengaruh langsung terhadap kemampuan stek membentuk akar karena adanya perbedaan pada tipe dan variabilitas karbohidrat dan bahan tersimpan lainnya. Terkait dengan panjang bahan stek terdapat kontribusi perbedaan akumulasi karbohidrat pada bagian bawah stek dan jumlahnya akan optimal untuk pembentukan akar pada stek yang lebih panjang dibandingkan stek pendek. Namun pada aspek teknis dan ekonomis, penggunaan stek panjang akan memerlukan bahan tanaman yang lebih banyak sedangkan pada kondisi saat ini ketersediaan bahan sangat terbatas sehingga penggunaan stek pendek akan lebih menguntungkan.

Ukuran stek batang yang telah diterapkan oleh para peneliti pada jarak pagar cukup bervariasi yaitu panjang 25 cm dan diameter 1-3 cm atau panjang 25 cm dan diameter berkisar 1-2 cm, atau panjang 40-50 cm dengan diameter 1.5-2.5 cm, atau panjang antara 20-30 cm dan diameter 1-3 cm. Namun demikian belum ada informasi yang menjelaskan daya adaptasi bibit-bibit yang diperoleh dari berbagai ukuran stek tersebut setelah dipindahtanam ke lapangan. Padahal tingkat daya adaptasi menentukan efektif dan efisiennya suatu teknik perbanyak tanaman yang dipilih.

Berikut di bawah ini adalah uraian hasil percobaan yang bertujuan mengetahui pertumbuhan dan perkembangan bibit tanaman jarak pagar dari berbagai ukuran stek batang (pengaruh panjang dan pengaruh diameter batang bahan stek) dan daya adaptasi bibit serta pertumbuhannya selama dua bulan setelah dipindahtanam ke lapangan.

Pengaruh Panjang Stek

Panjang stek tidak berpengaruh nyata pada komponen perakaran bibit seperti saat muncul akar, panjang akar dan jumlah akar bibit, tetapi berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar. Bobot kering akar bibit pada panjang stek 25 cm dan 30 cm tidak berbeda, namun keduanya berbeda nyata dengan panjang stek 20 cm.



Gambar 42. Kiri : ukuran panjang stek (dari kiri ke kanan, panjang stek batang 30 cm, 25 cm, dan 20 cm). Kanan : ukuran diameter stek (dari kiri ke kanan, diameter stek batang ≥ 3 cm ; 2,5-2,9 cm; 2,0-2,4 cm; dan 1,5-1,9 cm).

Saat tumbuh tunas pada ketiga ukuran panjang stek tersebut tidak berbeda nyata. Kemudian tunas-tunas yang terus tumbuh dan berkembang memiliki perbedaan tinggi. Sampai akhir percobaan yaitu saat umur bibit 2 bulan setelah tanam nampak bahwa semakin panjang ukuran stek semakin tinggi tunas yang terbentuk.

Panjang stek berkisar 20-30 cm ternyata tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas bibit dan diameter tunas bibit, serta jumlah daun bibit, namun berpengaruh nyata terhadap komponen tajuk lainnya seperti luas daun bibit dan bobot kering tajuk bibit. Luas daun bibit yang terbentuk pada stek panjang 30 cm lebih luas ($1.105,30 \text{ cm}^2$) dibandingkan dengan stek 25 cm ($712,53 \text{ cm}^2$) maupun pada stek 20 cm ($557,63 \text{ cm}^2$). Bobot kering tajuk ketiga bahan stek berbeda satu sama lainnya, yaitu tertinggi pada stek 30 cm, kemudian disusul stek 25 cm dan terendah pada stek 20 cm.

Persentase stek yang berhasil membentuk bibit dan nilai rasio bobot kering tajuk bibit terhadap bobot kering akar bibit. Panjang stek tidak berpengaruh nyata terhadap persen stek menjadi bibit, namun terdapat pengaruh nyata panjang stek terhadap rasio bobot tajuk-akar bibit tersebut. Rasio bobot tajuk-akar bibit pada stek 30 cm lebih rendah dibandingkan dengan dua panjang stek lainnya (20 cm dan 25 cm).

Daya adaptasi bibit di lapangan yang diindikasikan oleh persen bibit hidup, jumlah daun, dan tinggi tanaman setelah dua bulan penanaman di lapangan tidak berbeda nyata di antara ketiga panjang stek tersebut. Namun ketiga panjang stek berpengaruh nyata terhadap persen tanaman berbunga.

Pengaruh Diameter Stek

Bahan awal stek yang berbeda ukuran diameternya juga berbeda bobot basah maupun bobot kering, kecuali bobot basah maupun bobot kering bahan stek berdiameter 2,5-2,9 cm tidak berbeda nyata dengan diameter 2,0-2,4 cm. Namun keduanya berbeda nyata dengan stek berdiameter 3 cm dan 1,5-1,9 cm.

Diameter stek berpengaruh nyata terhadap saat muncul akar dan bobot kering akar, namun tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar dan jumlah akar bibit. Bobot kering akar tertinggi tampak pada stek berdiameter 2,5-2,9 cm yang tidak berbeda nyata dengan stek berdiameter 2,0-2,4 cm. Bobot kering akar terendah terdapat pada stek berdiameter 1,5-1,9 cm.

Terhadap komponen tajuk bibit, ukuran diameter stek berpengaruh nyata pada saat muncul tunas dan diameter tunas, jumlah daun, luas daun, dan bobot kering tajuk bibit. Diameter stek tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas dan tinggi tunas bibit. Bobot kering tajuk bibit tertinggi diperoleh pada bibit asal stek berdiameter 3 cm dan 2,5-2,9 cm, yaitu 5,27 g dan 5,58 g, sedangkan terendah pada bibit asal stek berdiameter 1,5-1,9 cm, yaitu 3,65 g.

Ukuran diameter stek berpengaruh nyata terhadap persentase stek yang berhasil menjadi bibit dan nilai rasio bobot tajuk/akar bibit. Persentase stek jadi yang lebih tinggi ditunjukkan stek berdiameter 2,5-2,9 cm dan 2,0-2,4 cm dibandingkan stek berdiameter 1,5-1,9 cm dan ≥ 3 cm. Rasio atau nisbah bobot tajuk-akar berdasarkan bobot kering masing-masing berangkaan menggambarkan perbandingan kedua komponen tersebut. Semakin kecil nilai rasio bobot tajuk-akar menggambarkan pertumbuhan akar mendominasi pertumbuhan tajuk, dan sebaliknya jika nilai rasio tinggi. Pertumbuhan akar yang baik sangat diperlukan bagi bibit tanaman yang akan sangat berguna pada saat dilakukan pindah tanam. Rasio bobot tajuk-akar tertinggi pada stek berdiameter 1,5-1,9 cm, yaitu 5,58 (b/b), sedangkan terendah 3,76 (b/b) ditunjukkan stek berdiameter 2,5-2,9 cm. Terdapat penurunan nilai nisbah tajuk-akar seiring pertumbuhan bibit dari 1 bulan hingga umur 2 bulan.

Diameter stek berpengaruh nyata terhadap persen bibit hidup di lapangan setelah pindah tanam dan jumlah tanaman berbunga. Namun ukuran diameter stek tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan pasca pindah tanam, yaitu pada jumlah daun dan tinggi tanaman berumur 2 bulan setelah pindah tanam.

Diskusi terhadap apa yang diperoleh dari percobaan berbagai macam ukuran stek batang terhadap pertumbuhan bibit dan daya adaptasi di lapangan setelah dua bulan pindah tanam disajikan berikut ini. Panjang bahan stek dan diameter batang bahan stek terkait dengan tersedianya bahan cadangan makanan yang umumnya berupa karbohidrat, yaitu semakin rendah seiring dengan semakin pendek ukuran stek atau semakin kecil diameter batang. Potensi cadangan makanan yang dimiliki masing-masing stek akan menentukan pertumbuhan dan perkembangan bibit. Pengaruh ukuran panjang maupun diameter stek memiliki pola yang serupa, yaitu lebih banyak berpengaruh nyata pada komponen tajuk dibandingkan komponen akar.

Saat tumbuh akar tidak dipengaruhi oleh panjang stek yaitu berkisar 6,3-8,8 hari setelah tanam, namun akar pada percobaan ini tumbuh dan berkembang setelah didahului oleh tumbuh dan berkembangnya tunas, yaitu pada 5,2-5,7 hari setelah tanam. Secara biologi maupun agronomis, akar dapat saja lebih dahulu kemudian tunas atau sebaliknya. Jika tunas yang terbentuk lebih dahulu, kondisi ini menggambarkan bahwa pembentukan akar memerlukan suatu senyawa tumbuh yang mendukung untuk terjadinya pembentukan primordia akar. Namun pembentukan sistem perakaran merupakan indikator keberhasilan perbanyakan tanaman dengan stek.

Dalam penelitian ini tidak terdapat pengaruh nyata panjang stek terhadap panjang akar dan jumlah akar. Namun demikian ukuran akhir suatu pertumbuhan akar pada stek dapat dilihat pada bobot kering akar total.

Pertumbuhan akar (berat kering akar) yang lebih intensif terjadi pada stek yang lebih panjang (30 cm) dibandingkan dengan stek yang berukuran lebih pendek (20-25 cm). Seiring dengan semakin panjang stek batang, maka semakin baik pertumbuhan akar pada masing-masing tanaman tersebut. Pengaruh panjang stek berhubungan dengan jumlah kandungan karbohidrat, jumlah yang lebih banyak pada bahan stek akan mendukung perakaran yang lebih baik dibandingkan bahan stek yang sedikit kandungan karbohidratnya.

Perkembangan akar yang baik akan dapat mengimbangi dan sekaligus mendukung pertumbuhan dan perkembangan tajuk bibit yang baik. Perimbangan pertumbuhan tajuk terhadap akar dicerminkan oleh nilai nisbah atau rasio bobot tajuk-akar. Hal ini dapat diterima, karena dengan meningkatnya luas permukaan akar per satuan bobot kering akar, pasokan air bersama hara terlarut akan

semakin baik sehingga tanaman muda yang baru dipindahtanam dapat melewati periode cekaman tersebut. Pada sisi lain, nilai nisbah yang kecil menandakan lebih rendahnya tajuik sehingga transpirasi yang terjadi juga lebih rendah dibandingkan dengan bibit dengan nilai nisbah tajuik-akar lebih besar.

Daya adaptasi stek berakar merupakan tahap kedua siklus hidup yang harus dilewati setelah perkembangan akar-akar adventif. Beberapa peneliti melaporkan bahwa bibit asal stek beberapa tanaman hortikultura tahunan dapat berhasil membentuk akar tetapi tidak dapat bertahan baik setelah dipindahtanam. Pada percobaan jarak pagar ini bibit tanaman jarak pagar dengan masing-masing kualitasnya dari stek batang yang berbeda ukuran panjang memiliki daya adaptasi yang sama baiknya. Persentase bibit hidup setelah pindah tanam berkisar 97,7% pada panjang stek 20 cm dan dapat mencapai 100% pada panjang stek 25 cm dan 30 cm. Namun demikian persentase tanaman yang dapat membentuk bunga pada umur 2 bulan setelah pindah tanam di lapangan mengalami perbedaan di antara bibit yang berasal dari panjang stek berbeda tersebut. Persentase yang rendah (13,3%) terjadi pada tanaman yang berasal dari panjang stek 20 cm, sedangkan persentase lebih tinggi (33,3% dan 46,7%) pada tanaman dari panjang stek 25 cm dan 30 cm. Tingginya populasi tanaman berbunga pada keadaan umur yang sama disebabkan perbedaan tingkat pertumbuhan dan perkembangan tajuik masing-masing tanaman. Bobot tajuik bibit asal stek 20 cm adalah yang terendah dibandingkan bobot tajuik kedua jenis bibit lainnya demikian pula jumlah daun maupun tinggi tanaman pada umur 2 bulan setelah pindah tanam cenderung lebih rendah pula.

Ukuran diameter stek batang mencerminkan perbedaan tingkat ketuaan jaringan batang bahan stek bersangkutan. Semakin besar diameter semakin lanjut perkembangan jaringan stek tersebut atau semakin kecil diameter semakin muda jaringan stek tersebut. Perbedaan ini merefleksikan bervariasinya tingkat akumulasi karbohidrat dan bahan cadangan makanan lainnya dari masing-masing stek yang berbeda ukuran diameter tersebut.

Inisiasi pertumbuhan dan perkembangan tunas bersamaan dengan inisiasi pertumbuhan dan perkembangan akar, kecuali pada stek berdiameter 1,5-1,9 cm membentuk akar lebih dulu daripada membentuk tunas. Tidak ada pengaruh nyata ukuran diameter terhadap pembentukan tunas berikut pertumbuhan dan perkembangannya. Namun dengan adanya pengaruh nyata pada jumlah daun dan sekaligus luas daun bibit, maka terhadap

pertumbuhan tajuk bibit secara total (bobot kering tajuk) terdapat pengaruh nyata diameter stek. Pertumbuhan dan perkembangan tajuk yang baik pada fase bibit tidak menjamin kualitas bibit yang baik. Pertumbuhan tajuk pada stek berdiameter 3 cm tampak baik, namun pertumbuhan akarnya kurang baik dan menghasilkan bibit yang memiliki daya adaptasi yang kurang baik. Walaupun persentase bibit hidup 77,7% tergolong tinggi, tetapi pada saat tanaman berumur dua bulan tanaman asal stek berdiameter 3 cm belum ada yang berbunga.



Gambar 43. Kondisi bibit tanaman jarak pagar saat umur 2 bulan setelah tanam stek. Kiri : bibit dari ukuran panjang stek 30 cm, 25 cm, dan 20 cm. Kanan : bibit dari ukuran stek berdiameter ≥ 3 cm, 2.5–2.9 cm, 2.0–2.4 cm, dan 1.5–1.9 cm

Gambar 42 menampilkan bibit dari berbagai ukuran stek batang. Tajuk pada stek berdiameter sedang nampak lebih lebat dibandingkan berdiameter besar dan kecil. Tajuk bibit pada stek 25 cm terlihat lebih lebat dibandingkan tajuk pada stek 30 cm dan 20 cm yang nampak lebih tinggi namun lebih kurus.

Pada percobaan diameter bahan stek tidak ada perbedaan nyata panjang dan jumlah akar yang terbentuk. Akar walaupun lebih cepat terbentuk pada stek berdiameter 1,5-1,9 cm tidak mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang baik selama kurun waktu 2 bulan pembibitan. Bobot akar pada stek ini paling rendah yang mencerminkan pertumbuhan dan perkembangan akar tidak intensif dibandingkan pertumbuhan dan perkembangan akar pada stek berdiameter lebih besar yaitu 2,0-2,4 cm dan 2,5-2,9 cm. Akar yang terbentuk pada stek berukuran lebih besar lebih baik demikian pula stek pangkal karena memiliki lebih banyak karbohidrat. Pertumbuhan akar pada bahan stek ini akan lebih baik.

Manifestasi dari pertumbuhan dan perkembangan akar maupun tunas (tajuk) adalah pada besar kecilnya persentase stek yang berhasil

menjadi bibit, kualitas bibit, dan daya adaptasinya setelah dipindahtanam di lapangan. Persen stek menjadi bibit pada stek berdiameter 2,0-2,4 cm (96,0%) dan 2,5-2,9 cm (94,7%) lebih tinggi dibanding stek berdiameter 1,5-1,9 cm (77,3%) dan stek berdiameter ≥ 3 cm (84,0%). Dalam percobaan ini didapatkan bibit gagal terbentuk pada stek berdiameter 1,5-1,9 cm disebabkan pembusukan terjadi sebelum maupun saat terbentuknya akar dan tunas. Kegagalan pada stek berdiameter ≥ 3 cm disebabkan stek tidak membentuk akar walaupun berhasil membentuk tunas. Kondisi tingkat kematian yang tinggi mungkin terjadi pada stek berdiameter kecil sebelum sempat membentuk akar. Namun sering pula kegagalan membentuk tanaman muda terjadi pada stek berdiameter besar akibat adanya hambatan pembentukan akar karena halangan oleh lingkaran jaringan sklerenkim yang terbentuk.

Setelah pindah tanam, bibit jarak pagar yang diperoleh dari empat ukuran diameter stek, memiliki kemampuan beradaptasi yang berbeda. Persentase bibit hidup setelah dua bulan periode tumbuh di lapangan, lebih tinggi pada stek berdiameter 2,0-2,4 cm, yaitu 100% dan diameter 2,5-2,9 cm sebesar 97,7% dibandingkan stek berdiameter 3 cm, yaitu 77,7% dan sebesar 82,3% pada stek berdiameter 1,5-1,9 cm. Tidak hanya pada tingginya persentase bibit hidup, tanaman yang berasal dari stek berdiameter 2,0-2,4 cm dan 2,5-2,9 cm menunjukkan tanaman yang berbunga pada umur dua bulan setelah pindah tanam berkisar 40,0-46,7% dari populasi yang diuji. Sementara itu tanaman dari ukuran diameter lainnya 13,3 persen. Stek batang bagian tengah (stek berdiameter 2,0-2,4 cm dan 2,5-2,9 cm) memiliki daya adaptasi lebih baik dibandingkan stek pangkal (diameter 3 cm) dan stek ujung (diameter 1,5-1,9 cm) dikarenakan kemampuan membentuk akar yang lebih baik dan berimbang dengan pertumbuhan tajuk.

BAB 7

PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN

Isi Bab

Pertumbuhan dan hasil tanaman jarak pagar dari beberapa genotipe (aksesi) dijelaskan dalam bab ini. Demikian pula halnya dengan pertumbuhan dan hasil tanaman jarak pagar yang berasal dari perbanyakan stek batang dan biji diuraikan dalam bab ini.

Tujuan

Setelah membaca bab ini, pada pembaca diharapkan untuk dapat:

- mengetahui pertumbuhan dan hasil tanaman jarak pagar yang berasal dari genotipe (aksesi) berbeda.
- mengetahui perbedaan pertumbuhan dan hasil tanaman jarak pagar yang berasal dari teknik perbanyakan tanaman yang berbeda, yaitu berasal dari perbanyakan vegetatif (dalam hal ini stek batang) dan perbanyakan generatif (dalam hal ini biji).

Jarak pagar (famili Euphorbiaceae), merupakan tanaman tahunan sumber energi alternatif yang toleran kekeringan dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Banyak laporan menyatakan bahwa jarak pagar adalah tanaman yang dapat ditanam dimana saja tanpa memerlukan pemeliharaan. Padahal tingkat produktivitas tanaman dipengaruhi oleh potensi genetik, kondisi lingkungan, dan tingkat pengelolaan 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. Budidaya tanaman jarak pagar pada lokasi yang sesuai akan memberikan tingkat produksi yang optimal.

A. Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Aksesori Jarak Pagar

Secara garis besar dari beberapa hasil penelitian bahwa, terdapat perbedaan di antara genotipe atau aksesori pada aspek morfologi, pertumbuhan, dan perkembangan tanaman di lapangan.. Perbedaan tersebut terutama pada saat kecambah muncul ke permukaan tanah, umur daun kotiledon gugur, tinggi tanaman, jumlah cabang primer dan cabang sekunder, umur saat berbunga pertama,

jumlah total bunga per malai, jumlah kapsul jadi per malai dan per tanaman, keserempakan dalam pematangan kapsul, bobot 100 biji, dan bobot biji kering per tanaman serta hasil per hektar. Perbedaan tersebut terkait kondisi lingkungan asal masing-masing ekotipe jarak pagar. Selama ini tanaman jarak pagar berkembang melalui biji yang dihasilkan dari persilangan alami, oleh karena itu dimungkinkan terbentuknya ekotipe atau *landrace* di daerah-daerah dimana ditemukan banyak populasi jarak pagar tumbuh sesuai dengan agroekologi daerah setempat.

Namun demikian terdapat sejumlah kemiripan di antara genotipe atau aksesori. Sehubungan dengan kemiripan kondisi lingkungan asal tumbuh masing-masing ekotipe atau aksesori menyebabkan adanya kemiripan. Kemiripan tersebut dimungkinkan terjadi karena penyerbukan silang pada jarak pagar hampir tidak mengubah secara berarti karakteristik morfologi.

Karakter jarak pagar yang penting lainnya adalah produksi buah (biji) dan minyak biji. Buah dengan persen bobot kernel terhadap seluruh biji yang tinggi dan juga produktivitas yang tinggi ditunjukkan oleh beberapa aksesori tertentu dari sejumlah aksesori jarak pagar yang ada. Oleh karena itu, pengembangan jenis-jenis berpotensi unggul ini tentunya akan menguntungkan bagi industri perminyakan khususnya biodiesel.

Perbedaan karakter yang ada dari masing-masing aksesori dapat dijadikan sebagai atribut genotipe atau aksesori bersangkutan. Suatu ekotipe jarak pagar yang memiliki potensi hasil tinggi dicirikan oleh karakter percabangan yang banyak, dan dari tiap cabang tumbuh dan berkembang malai bunga yang kemudian membentuk kapsul dengan persentase kapsul jadi yang tinggi, serta jumlah kapsul yang memberikan hasil tinggi rata-rata minimal 15 kapsul per malai.

Pertumbuhan dan perkembangan serta produktivitas tanaman jarak pagar di lapangan pertanaman sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan maupun pengaruh faktor genetik tanaman itu sendiri. Oleh karena itu, pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar cukup bervariasi bergantung genotipe. Hasil penelitian penulis menunjukkan bahwa, sampai dengan tanaman berumur 2 tahun dan jika tidak dilakukan pemangkasan, tinggi tanaman bervariasi di antara genotipe.

Tidak seperti tinggi tanaman yang terus bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman, jumlah daun meningkat pada periode tertentu kemudian menurun pada akhir siklus tahunan. Bahkan

pada kondisi kekeringan seluruh daun gugur. Tanaman akan menggugurkan daun-daunnya pada musim kemarau untuk mengurangi tingkat transpirasi. Hal ini terjadi pada akhir siklus tahunan pertumbuhannya. Khususnya di daerah Nusa Tenggara Barat, fenomena tersebut terjadi antara September-November.

Perpanjangan cabang diikuti pembentukan daun. Pada saat awal musim penghujan sampai dengan awal musim kemarau pembentukan satu helai daun memerlukan rata-rata 2,9 hari (2,5-4,0 hari). Pengamatan dilakukan dengan menghitung hari dari sejak nampak calon daun sampai organ daun dapat dikenali sebagai daun. Umur daun jarak pagar, sejak dapat teridentifikasi hingga daun gugur, mencapai sekitar 90-97 hari. Sedangkan daun tanaman jarak pagar yang ditanam di daerah bercurah hujan tinggi (seperti Bogor) tetap hijau sampai umur 14 minggu, setelah itu daun mulai mengalami senesen.

Seperti tanaman lainnya, pertumbuhan generatif tanaman jarak pagar ditandai oleh terbentuknya bunga pada tanaman. Bunga terbentuk pada ujung cabang (*flos terminalis*) dengan warna bunga di antara ekotipe tidak berbeda yaitu kuning kehijauan. Tipe malai (infloresen) jarak pagar adalah panikel, yaitu buah masak didahului oleh buah yang terbentuk terlebih dahulu.

Periode pertumbuhan dan perkembangan bunga sejak terlihatnya calon bunga hingga anthesis berkisar 11.4-16.2 hari. Kemudian 8.6-10.5 hari setelah anthesis telah tampak kapsul berukuran sangat kecil (sekitar 2-3 mm). Biji mulai berkembang 20 hari setelah anthesis. Kapsul terus berkembang dan mencapai fase matang sekitar 40-45 hari setelah anthesis, kemudian mencapai fase masak pada 55-58 hari setelah anthesis, dan akhirnya memasuki fase senesen pada 60-65 hari setelah anthesis. Pertumbuhan dan perkembangan kapsul memerlukan waktu 65-70 hari sejak anthesis sedangkan perkembangan bunga dari sejak terbentuknya sampai anthesis diperlukan waktu berkisar 15-20 hari. Perkembangan organ generatif dari sejak mulai berbunga hingga kapsul masak memerlukan waktu berkisar 75-85 hari. Perkembangan kapsul pada pembuahan yang terjadi pada musim kemarau memerlukan waktu yang lebih pendek, yaitu berkisar 60-68 hari. Di beberapa tempat (daerah) dilaporkan bahwa lama pembungaan 10-15 hari. Kapsul akan masak sekitar 40-50 hari setelah pembuahan atau 90 hari dari pembungaan hingga fase pematangan buah

Produktivitas jarak pagar dilaporkan sangat bervariasi di antara

genotipe atau aksesori. Namun hingga saat ini informasi hasil dari suatu areal pertanaman yang dikelola dengan baik belum ada. Hal ini dapat dipahami, karena hasil dari suatu areal pertanaman jarak pagar dalam bentuk perkebunan masih dalam fase awal pertumbuhan dan perkembangan. Hasil yang dilaporkan dalam buku ini termasuk yang pertama. Pertanaman intensif baru berlangsung 2-4 tahun belakangan ini.

Beberapa laporan hasil penelitian yang mengkaji produktivitas tanaman jarak pagar, maka jika tanaman jarak pagar ditanam di lahan dengan kondisi tanah yang baik akan diperoleh hasil biji 5 ton/ha/tahun, sedangkan pada lahan marginal diperoleh hasil biji 1.5 ton/ha/tahun. Hasil sebesar 5 ton/ha/tahun juga dinyatakan oleh pakar jarak pagar dalam suatu konferensi di Wageningen, Belanda pada Maret 2007 lalu sebagai hasil minimum yang harus dicapai tanaman jarak pagar yang dikembangkan pada lahan marginal.

Sampai dengan saat ini, tanaman jarak pagar telah dikenal baik oleh masyarakat, tetapi sebagian besar tanaman ini dimanfaatkan sebagai tanaman pagar pembatas pekarangan dan kebun. Biji jarak pagar saat itu tidak banyak berperan penting bagi kehidupan masyarakat. Hal ini menyebabkan petani atau masyarakat tidak dapat mengatakan atau tidak mengenali jenis jarak pagar yang memiliki hasil tinggi atau baik. Oleh karena itu, untuk memulai usaha peningkatan hasil jarak pagar (biji atau minyak) diperlukan usaha seleksi populasi yang memiliki potensi hasil tinggi. Seleksi diarahkan pada observasi variabel yang mempengaruhi hasil di antaranya jumlah kapsul per malai dan jumlah percabangan. Jumlah malai berkorelasi positif dengan jumlah cabang, karena pembuahan terjadi hanya pada bagian terminal (ujung) percabangan. Terdapat korelasi antara jumlah cabang dengan bobot biji yang dihasilkan. Semakin banyak percabangan, maka semakin banyak kapsul dan biji yang dihasilkan.

Khususnya uji coba produktivitas beberapa genotipe yang dilakukan penulis di Nusa Tenggara Barat, bahwa aksesori Lombok Barat, Sumbawa, Bima, dan IP-1A merupakan genotipe yang memiliki potensi hasil tinggi. Pada tanaman berumur satu tahun siklus produksi genotipe ini dijumpai jumlah kapsul per malai rata-rata 13-15 kapsul dengan rata-rata 5 cabang primer dan 8-10 cabang sekunder. Pada genotipe ini dijumpai pula sejumlah 5-7 persen populasi memiliki jumlah kapsul per malai berkisar 25-29 kapsul. Jika, tanaman tersebut digunakan sebagai bahan perbaikan produktivitas, sangat memungkinkan diperolehnya jenis jarak pagar yang memiliki

potensi hasil tinggi. Secara tinjauan genetis dapat dikatakan, bahwa perbaikan hasil dan kandungan minyak pada biji dapat dilakukan dengan memilih tanaman unggul dan kemudian menanamnya dan memilih turunannya untuk kemudian diseleksi lagi.

Terdapat variasi karakter fisik di antara biji jarak genotipe NTB. Demikian pula halnya dengan karakter biokimia berupa kandungan minyak biji. Variasi terjadi disebabkan karena bervariasinya kondisi iklim daerah asal masing-masing ekotipe tersebut. Semakin kering kondisi iklim sumber biji, semakin berat biji, dan semakin besar persentase kernel, maka semakin tinggi kandungan minyak biji. Terjadi peningkatan kandungan minyak dan persentase bobot kernel yang cukup tinggi dan juga pada karakter fisik lainnya serta viabilitas biji akibat mendapatkan perawatan dalam budidayanya walaupun masing-masing genotipe dikembangkan di daerah baru. Peningkatan yang bervariasi lebar terjadi pada kandungan minyak biji yaitu berkisar 1,0-7,41% dan pada persentase bobot kernel berkisar 3,27-9,36%. Adanya pengaruh positif tersebut, maka dalam program pengembangan tanaman jarak pagar karakter yang perlu mendapatkan perhatian intensif adalah peningkatan berat biji khususnya persentase bobot kernel dan kandungan minyak biji (*seed-oil concentration* atau *achene-oil concentration*). Bagi tanaman yang hasil utamanya adalah biji, maka berat biji dengan kandungan bahan tertentu di dalamnya merupakan kriteria seleksi yang penting untuk program pengembangannya.

Hasil studi di atas (lihat Tabel), khususnya merujuk parameter hasil biji kering, dapat menggambarkan bahwa peningkatan hasil tahunan tanaman jarak pagar hanya berkisar 2-3 kali lipat hasil tahun sebelumnya, sehingga peningkatan hasil tidak mengikuti deret hitung (*geometrical progression*).



Gambar 44. Kondisi tanaman jarak pagar saat berumur 18 bulan setelah pindah tanam. Aksesori Lombok Barat (A), Lombok Tengah (B), Lombok Timur (C), IP-1A (D), Sumbawa (E), Bima (F), Palu (G), dan IP-A yang mandul (H).

B. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Asal Biji dan Stek

Pada tahun pertama pertumbuhan dan perkembangan jarak pagar yang berasal dari perbanyak vegetatif (stek batang) maupun berasal dari perbanyak generatif (biji) baik yang dipangkas maupun tidak dipangkas memiliki pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang sekunder tidak berbeda nyata. Namun jumlah cabang primer tanaman ketiga bahan perbanyak tersebut berbeda nyata. Pada tahun kedua pertumbuhan dan perkembangannya, terdapat perbedaan yang nyata dari ketiga tanaman tersebut pada tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang primer, dan jumlah cabang skunder.

Tinggi jarak pagar berasal dari stek batang pada saat berumur 20 bulan setelah tanam (BST) 171.9 cm. Tinggi tanaman tersebut berbeda nyata dengan tinggi tanaman berasal dari biji dan tanaman berasal dari biji yang kemudian dipangkas, yaitu 210.5 cm dan 196.6 cm. Tinggi tanaman berasal dari biji tidak berbeda nyata dengan tanaman berasal biji yang kemudian dipangkas.

Tidak seperti tinggi tanaman yang terus bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman, jumlah daun mengalami pertambahan sampai umur tertentu kemudian menurun pada akhir

siklus tahunan. Dalam tiap satu tahun periode pertumbuhan dan perkembangan terjadi penurunan jumlah daun. Selama periode pertumbuhan tahun kedua terjadi perbedaan jumlah daun diantara tanaman yang berasal dari bahan tanaman yang berbeda tersebut, namun pada akhir tahun terjadi penurunan jumlah daun yang menyebabkan tidak ada beda nyata di antara tiga tanaman yang berasal dari bahan tanaman yang berbeda tersebut. Penurunan jumlah daun tersebut dikarenakan tanaman jarak pagar mengalami pengguguran daun.

Jumlah cabang primer tanaman jarak pagar terus bertambah seiring dengan bertambah umur tanaman demikian pula halnya dengan jumlah cabang sekunder. Pada tahun pertama jumlah cabang primer terendah berjumlah 3.8 pada tanaman asal stek dan tertinggi 5.7 pada tanaman asal biji yang kemudian dipangkas. Setelah tanaman berumur 3 tahun jumlah cabang primer menjadi 8.0 pada tanaman asal stek dan 11.0 pada tanaman asal biji yang kemudian dipangkas. Jumlah cabang sekunder tidak berbeda nyata pada tahun pertama. Namun pada tahun ketiga jumlah cabang sekunder pada tanaman asal stek 16.0 yaitu lebih rendah dibandingkan jumlah cabang sekunder tanaman asal biji dan biji yang kemudian dipangkas, yaitu 19.6 dan 22.8.

Selama kurun waktu dua tahun, tanaman jarak pagar telah membentuk percabangan tertier. Cabang tertier mulai terbentuk setelah tanaman berumur 16 bulan setelah tanam. Sampai tanaman berumur dua tahun jumlah cabang tertier berbeda nyata di antara ketiga tanaman yang berbeda asal bahan tanamannya tersebut.

Selama satu tahun periode pertumbuhan, tanaman jarak pagar berbunga dua kali dan kemudian periode panen puncak juga dua kali. Perbedaan umur tanaman saat berbunga pertama kalinya, yaitu untuk panen pertama pada siklus pertumbuhan dan perkembangan tahun pertama, yaitu tercepat 80.4 hari pada tanaman asal stek dan paling lambat pada tanaman asal biji yang kemudian dipangkas, yaitu 121.4 hari. Perbedaan juga terjadi pada umur berbunga untuk panen kedua pada tahun pertama yaitu 190.4 hari pada tanaman asal stek, sedangkan pada tanaman asal biji baik dipangkas maupun tidak dipangkas lebih lambat, yaitu 218.9 hari dan 207.6 hari. Namun demikian setelah memasuki periode pertumbuhan dan perkembangan pada tahun kedua dan ketiga, umur berbunga baik untuk panen pertama maupun panen kedua tidak berbeda nyata diantara ketiga perlakuan tersebut. Bunga untuk panen pertama terbentuk pada saat tanaman sudah mulai mendapatkan kelembaban yang cukup yaitu

sekitar awal bulan November.

Lama atau periode perkembangan kapsul antara asal bahan tanaman tidak berbeda nyata, khususnya untuk kapsul panen pertama, sedangkan untuk panen kedua terdapat beda nyata. Periode perkembangan kapsul terpendek terjadi pada kapsul dari tanaman berasal dari biji yang dipangkas (62.9 hari) dan terpanjang pada kapsul dari tanaman berasal dari stek (69.4 hari). Pada siklus produksi tahun kedua maupun ketiga, periode perkembangan kapsul baik untuk panen pertama maupun panen kedua tidak berbeda nyata di antara tanaman asal stek, biji, dan biji yang kemudian dipangkas.

Pada siklus produksi tahun kedua terdapat perbedaan nyata jumlah malai per tanaman pada panen pertama yaitu panen musim penghujan, namun berbeda tidak nyata pada panen kedua yaitu panen musim kemarau, sehingga jumlah total malai per tanaman pada tahun kedua sebanyak 18.5 malai pada tanaman asal stek, 17.0 malai pada tanaman asal biji, dan 19.0 malai pada tanaman asal biji yang kemudian dipangkas. Pada tahun ketiga, jumlah malai produksi diantara ketiga tanaman tersebut berbeda nyata. Jumlah malai pada tanaman asal biji berkisar 22 – 25 malai pada musim penghujan dan berkisar 15 – 18 malai pada musim kemarau.

Selama kurun waktu tiga tahun siklus produksi nampaknya jumlah kapsul per malai tidak berbeda nyata di antara ketiga tanaman tersebut. Namun demikian terdapat peningkatan jumlah kapsul per malai seiring dengan semakin meningkatnya umur tanaman.

Terdapat perbedaan nyata jumlah kapsul per tanaman akibat perbedaan asal bahan tanaman, baik pada panen pertama maupun panen kedua. Total jumlah kapsul per tanaman pada tahun produksi pertama yang terendah nampak pada tanaman asal biji yang kemudian dipangkas. Namun pada siklus produksi kedua dan ketiga jumlah kapsul pertanaman tertinggi ditunjukkan oleh tanaman asal biji yang kemudian dipangkas.

Ada pengaruh nyata asal bahan tanaman pada bobot kering biji per tanaman selama tiga tahun siklus produksi. Pada siklus produksi pertama, total bobot kering biji per tanaman pada tanaman berasal dari stek tidak berbeda nyata dengan tanaman berasal dari biji yang keduanya lebih tinggi dibandingkan bobot kering biji per tanaman asal biji yang kemudian dipangkas. Pada siklus produksi tahun kedua, bobot kering biji per tanaman asal stek tidak berbeda nyata dengan asal biji, sedangkan bobot kering biji per tanaman asal biji juga tidak berbeda nyata dengan asal biji yang kemudian dipangkas. Namun

pada siklus produksi tahun ketiga bobot kering biji pertanaman ketiga tanaman yang berbeda asal bahan tanamnya saling berbeda nyata satu sama lainnya.

Seiring dengan bobot kering biji per tanaman, maka bobot kering biji per petak dan juga bobot biji kering per hektar juga menunjukkan fenomena yang sama. Bobot kering biji baik per petak maupun per hektar tertinggi ditunjukkan oleh tanaman asal biji yang kemudian dipangkas, yaitu 2,549.4 kg/ha. Bobot kering biji terendah ditunjukkan oleh tanaman asal stek, yaitu 1,813.1 kg/ha.

Kandungan minyak berbasis kernel maupun berbasis biji jarak pagar dari masing-masing asal bahan tanaman tidak berbeda nyata baik pada panen pertama maupun panen kedua pada tahun pertama, kedua, maupun ketiga siklus produksi tanaman. Tampak ada peningkatan kandungan minyak biji dari biji yang diperoleh pada panen pertama ke panen kedua dari masing-masing tahun siklus produksi tersebut. Atau dengan kata lain, tampak bahwa kandungan minyak biji yang lebih tinggi diperoleh pada biji yang tumbuh dan berkembang dan kemudian dipanen pada musim kemarau dibandingkan biji yang dipanen pada musim penghujan.



Gambar 45. Kondisi tanaman jarak pagar pada saat berumur 2 tahun yang berasal dari perbanyak stek batang (kiri), berasal dari biji (tengah), dan berasal dari biji yang kemudian bibit dipangkas saat pindah tanam (kanan).

Tanaman yang berasal dari stek lebih cepat berbunga disebabkan oleh tingkat kedewasaan tanaman asal stek lebih cepat dicapai dibandingkan tanaman berasal dari biji. Kondisi ini disebabkan bahwa tanaman berasal dari perbanyakan vegetatif memasuki fase generatif lebih cepat dibandingkan tanaman hasil perbanyakan biji. Berbunganya tanaman asal biji yang dipangkas paling lambat dikarenakan dampak pemangkasan menyebabkan perpanjangan masa atau periode vegetatif untuk pembentukan cabang dan daun.

Periode perkembangan kapsul pada tanaman berasal biji yang dipangkas khususnya pada panen kedua yang terjadi pada musim kemarau (kering) lebih singkat dibandingkan yang terjadi pada tanaman asal biji dan asal stek. Pemangkasan pada awal pertumbuhan akan menyebabkan perubahan perbandingan karbon dan nitrogen pada tajuk dan akar yang menyebabkan hambatan pertumbuhan pada kedua bagian tersebut sehingga terjadi perpanjangan masa periode vegetatif (*late juvenile*) selain itu kompleksitas protein tersimpan lebih sederhana yang menandakan lebih mudanya tanaman dibandingkan tanaman yang tidak dipangkas. Akibat dari itu tanaman yang dipangkas pada tahun pertama setelah pemangkasan akan lebih peka terhadap musim kering.

Kapsul yang diperoleh pada panen kedua merupakan hasil perkembangan kapsul yang terjadi pada musim kemarau sehingga kondisi cekaman kekeringan akan berimplikasi pada lebih singkat periode atau lama pengisian kapsul dan juga menurunkan jumlah kapsul yang dapat dipanen dan bobot kapsul dan biji. Menurunnya secara kuantitatif komponen kapsul dan biji pada periode perkembangan kapsul panen kedua disebabkan oleh jumlah daun menurun akibat gugur. Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan turgor sel yang berakibat pada menurunnya luas daun karena daun tua cepat mengalami senesen dan akhirnya gugur sedangkan daun yang baru terbentuk akan berukuran lebih kecil.

Rendahnya komponen hasil pada tanaman yang berasal dari biji yang kemudian dipangkas dikarenakan tanaman mengalami perlambatan memasuki fase generatif. Pemangkasan bagian tanaman tertentu berakibat pada bobot awal dan pengaturan pertumbuhan kembali (*regrowth*) sehingga memperpanjang masa periode vegetatif (*late juvenile*). Lebih tingginya komponen hasil pada tanaman asal stek dikarenakan lebih awalnya pembungaan akibat tanaman asal stek memiliki tingkat kedewasaan yang lebih tinggi. Tingginya komponen

hasil pada tanaman asal biji dikarenakan adanya sistem perakaran yang dalam dari akar tunggang memungkinkan untuk dapat memanfaatkan kelembaban tanah lebih tinggi sehingga masih dapat menjamin perkembangan kapsul dan biji lebih baik dibandingkan tanaman asal biji yang dipangkas. Selain itu, periode perkembangan kapsul yang panjang terlebih bila terjadi pada kondisi lingkungan yang baik akan menambah bobot biji dan meningkatkan persentase bunga jadi kapsul pada jarak pagar.

Terjadi peningkatan hasil biji kering sebesar lebih dua kali lipat pada tanaman asal biji yang kemudian dipangkas pada tahun kedua dan sebesar minimal dua kali lipat tahun kedua pada tahun ketiga, demikian juga peningkatan hasil pada tahun keempat. Peningkatan hasil paling tinggi pada tanaman asal biji yang kemudian dipangkas dikarenakan jumlah percabangan yang terbentuk dan kemudian membentuk malai produktif lebih banyak dibandingkan kedua tanaman asal stek dan asal biji. Selain daripada itu, sistem perakaran tanaman asal stek tampak berkembang pada kedalaman yang lebih dangkal dibandingkan akar tanaman asal biji maupun tanaman asal biji yang kemudian dipangkas. Saat tanaman berumur empat tahun, panjang akar tanaman asal biji maupun biji yang kemudian dipangkas mencapai 202–235 cm, sedangkan akar terpanjang dari tanaman asal stek mencapai 145–172 cm. Kedalaman perakaran tanaman asal biji dan biji yang kemudian dipangkas berkisar 85–115 cm, sedangkan kedalaman akar tanaman asal stek berkisar 50–80 cm.

Setelah tanaman memasuki tahun ketiga siklus produksi, tanaman asal stek batang berpotensi hasil lebih rendah dibandingkan tanaman asal biji karena perakaran yang dangkal sehingga lebih cepat mengalami cekaman kekeringan dibandingkan tanaman asal biji yang memiliki akar tunjang. Tanaman asal stek batang juga memiliki umur yang singkat dan ketahanan yang rendah terhadap penyakit dan kerebahan, percabangan yang tidak teratur karena pertumbuhan dan perkembangannya sangat tergantung pada asal stek itu diambil sehingga arsitektur kanopi juga kurang efisien dalam menangkap sinar matahari, serta lebih cepat menggugurkan daunnya.

Peningkatan hasil tahunan tersebut baik tanaman asal stek maupun biji tidak mengikuti pola penambahan (perkembangan) percabangan yang dikotomi atau menggarpu. Jika mengikuti pola percabangan tersebut, maka dari empat cabang di tahun pertama tentunya di tahun berikutnya terdapat minimal 24 cabang yang

masing-masing berpotensi membentuk malai secara terminal. Sehingga peningkatan hasil ditahun berikutnya sebesar 4-5 kali lipat hasil tahun sebelumnya. Namun, hasil studi ini menggambarkan bahwa peningkatan hasil tahunan tanaman jarak pagar hanya berkisar 2-3 kali lipat hasil tahun sebelumnya, sehingga peningkatan hasil tidak mengikuti deret hitung (*geometrical progression*). Hal ini dikarenakan tidak semua bercabangan asal membentuk dua percabangan berikutnya setelah pembungan dan pembuahan, dan juga tidak semua percabangan yang terbentuk sebagai cabang produktif, serta tidak semua cabang produktif membentuk sejumlah kapsul permalai yang sama jumlahnya (cukup bervariasi).

Kandungan minyak kernel yang diperoleh dari tanaman asal stek, biji, dan biji yang kemudian dipangkas berkisar 44.4-47.9%. Kandungan minyak tersebut diperoleh dari biji-biji yang berkembang dan dipanen pada musim penghujan, sedangkan kandungan minyak dari biji yang berkembang dan dipanen pada musim kemarau berkisar 45.2-48.2%. Kandungan minyak kernel pada tahun kedua dan ketiga siklus produksi juga tidak berbeda di antara tanaman yang berasal dari bahan tanam yang berbeda tersebut dan menunjukkan fenomena kecenderungan lebih tinggi kandungan minyak pada saat musim kemarau dibandingkan musim penghujan. Hasil penelitian pada bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) menunjukkan bahwa kandungan minyak biji bervariasi bergantung pada tingkat intensitas dan penerimaan radiasi matahari, tingkat kekeringan, dan periode pengisian biji. Kandungan minyak biji tampak meningkat seiring dengan penambahan umur tanaman karena pada umur dua tahun tanaman mendapatkan intensitas budidaya yang lebih baik. Jadi, kandungan atau konsentrasi minyak dapat diperbaiki melalui pengaturan atau pengelolaan lingkungan tanam.

Tabel 2. Bobot kering biji per tanaman beberapa aksesori jarak pagar NTB pada periode pertumbuhan empat tahun.

BAB 8

PEMANGKASAN TANAMAN

Isi Bab

Isi bab ke delapan buku ini diawali dengan penjelasan pengertian pruning (pemangkasan) tanaman. Penjelasan kemudian dilanjutkan dengan seberapa penting pemangkasan pada tanaman jarak pagar dan juga pembentukan tajuk tanaman jarak pagar melalui pemangkasan. Pengaruh pemangkasan terhadap peningkatan hasil biji jarak pagar juga dijelaskan dalam bab ini.

Tujuan

Setelah membaca bab ini, para pembaca diharapkan :

- mengetahui pentingnya pemangkasan pada tanaman jarak pagar,
- mengetahui pembentukan tajuk tanaman jarak pagar dengan pemangkasan, dan
- mengetahui pengaruh pemangkasan terhadap peningkatan hasil biji jarak pagar.

Pruning diartikan sebagai pemangkasan, yaitu pemotongan bagian-bagian tanaman yang tidak dikehendaki dengan harapan nantinya tanaman tersebut akan tumbuh dan berkembang lebih baik dan sesuai dengan keinginan. Secara umum, terdapat dua macam teknik pemangkasan, yaitu pemancungan dan penipisan. Pemancungan atau *heading back* merupakan teknik pemangkasan dengan memotong atau membuang bagian ujung suatu cabang hingga tersisa satu tunas cabang. Akibat perusakan tunas ujung-ujung apikal, maka tunas-tunas samping atau lateral bud akan tumbuh sehingga akibat lanjut dari pemancungan ini akan terbentuk tanaman dengan tajuk yang melebar. Aspek praktis untuk hal ini biasanya dilakukan pada tanaman pagar. Penipisan atau *thinning out* merupakan tindakan membuang secara total cabang-cabang sehingga yang tersisa hanya cabang pokok atau cabang lateral saja. Akibat daripada penipisan adalah akan nampaknya pertumbuhan tanaman yang meninggi dengan pertumbuhan batang utama yang membesar. Upaya ini biasanya dilakukan untuk meremajakan kembali tanaman-tanaman yang telah berumur tua.

A. Pentingnya Pemangkasan pada Tanaman Jarak Pagar

Sejak beberapa tahun belakangan ini, tanaman Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan salah satu tanaman yang diperhatikan di Indonesia sebagai tanaman penghasil minyak, terutama minyak diesel dan juga minyak bakar. Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan produktivitas jarak pagar pada tahun pertama masih rendah dan sangat bervariasi yaitu ada yang melaporkan 0.3 kg/pohon, 400 kg/ha/tahun, dan 200 kapsul/tanaman atau 0.36 kg/pohon. Di India jarak pagar mulai berproduksi pada tahun kedua dan mampu menghasilkan biji yang bervariasi antara 0.4–12 ton/ha. Jika tanaman jarak pagar ditanam sebagai tanaman pagar pembatas kebun atau pekarangan, produksi biji berkisar antara 0.8 -1.0 kg biji/m atau setara dengan 2.5 – 3.5 t/ha/tahun. Oleh karena itu teknologi yang pasti untuk meningkatkan produktivitas menjadi prioritas.

Pembungaan jarak pagar terjadi secara terminal, oleh karena itu maka jumlah percabangan yang terbentuk tentunya akan mempengaruhi produktivitas dan pembentukan percabangan tersebut dapat dirangsang melalui pemangkasan. Seperti telah dijelaskan di atas, bahwa pemangkasan atau *pruning* diartikan sebagai pemotongan bagian-bagian tanaman yang tidak dikehendaki, terutama percabangan, dengan harapan nantinya tanaman tersebut akan tumbuh dan berkembang membentuk kanopi yang lebih baik dan sesuai dengan keinginan. Pemangkasan merupakan cara membentuk tanaman yang telah lama dipraktikkan untuk meningkatkan efisiensi pemanenan energi matahari dan juga mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan beberapa tanaman buah-buahan dan perkebunan. Kesiapan tanaman untuk menghasilkan bunga dapat dilihat berdasarkan nisbah karbohidrat (C) dan nitrogen (N). Tanaman siap berbunga apabila nisbah C/N meningkat, sedangkan pengaturannya dapat dilakukan melalui pemangkasan. Oleh karena itu, maka perilaku percabangan akibat pemangkasan dimanfaatkan sebagai dasar manipulasi bentuk dan struktur kanopi. Percabangan pada jarak pagar diharapkan dapat menyangga buah sebanyak mungkin yang tumbuh dan berkembang pada setiap ujung bercabangan yang terbentuk tersebut sehingga produktivitas meningkat.



Gambar 46. Kondisi pertumbuhan satu tahun setelah dilakukan pemangkasan total pada berbagai ketinggian dari permukaan tanah.

Pemangkasan di ketinggian berkisar 30–60 cm di atas pangkal batang pada tanaman jarak pagar IP-1 Muktiharjo saat berumur kurang dari satu tahun dilaporkan menghasilkan 43–46 cabang/tanaman sedangkan pada tanaman yang tidak dipangkas membentuk 20 cabang/tanaman. Pemangkasan yang dilakukan seminggu setelah penanaman jarak pagar genotipe Lombok Barat di Lahan Kering Lombok Utara menghasilkan biji kering pada tahun pertama budidaya seberat 484.11 kg/ha (193.64 g/tanaman) lebih rendah daripada 749.81 kg/ha (299.92 g/tanaman) yang diperoleh dari tanaman yang tidak dipangkas, sehingga pemangkasan tidak diperlukan jika diinginkan hasil di tahun pertama.

Banyak referensi perihal jarak pagar menjelaskan bahwa pemangkasan bertujuan produksi dilakukan dengan memotong cabang jarak pagar untuk merangsang terbentuknya tunas vegetatif-generatif sehingga bidang percabangan lebih luas dan memungkinkan untuk meningkatkan produksi. Pemangkasan dapat dilakukan dari sejak awal yaitu sejak batang utama telah tumbuh maupun setelah tanaman berumur satu tahun maupun lebih.

B. Pembentukan Tajuk Tanaman Jarak Pagar Melalui Pemangkasan

Pemangkasan pada tanaman jarak pagar bertujuan mengoptimalkan penangkapan cahaya untuk mencapai produksi biomassa yang tinggi, membuka ruang tajuk (kanopi) untuk menangkap cahaya sehingga distribusi cahaya di dalam tajuk akan lebih merata. Akibat dari itu maka akan diperoleh perbaikan pada struktur pembuahan, memperkecil variasi kualitas buah dan

mengurangi ketidak-seimbangan antara *source-sink*.

Jumlah percabangan yang pembentukannya diawali dari terbentuknya cabang primer, kemudian cabang sekunder, dan seterusnya akan menentukan jumlah buah dan biji jarak pagar yang dapat dipanen. Oleh karena itu pemangkasan yang teratur dan berpola sudah pasti akan memberikan hasil biji yang lebih baik dan berkelanjutan.

Percabangan tanaman jarak pagar akan bertambah dengan dilakukan pemangkasan terhadap batang utama. Percabangan terjadi dikarenakan hilangnya dominasi apikal sehingga akan memicu tunas-tunas lateral yang semula dorman menjadi tumbuh dan berkembang membentuk percabangan. Jumlah cabang yang terbentuk sangat bervariasi dalam ukuran dan tingkat kemiringan terhadap batang utama. Sudut cabang memiliki fungsi yang penting dalam mengoptimalkan cabang tersebut dalam menyerap sinar matahari untuk kepentingan fotosintesis.

Tanaman jarak pagar secara alami akan membentuk cabang melalui dua cara, yaitu terbentuk sebelum tanaman memasuki fase generatif, dan satunya membentuk cabang setelah memasuki fase generatif. Percabangan yang terbentuk pada cara pertama adalah akibat telah mulai hilangnya dominasi apikal, sehingga tunas-tunas lateral tumbuh dan berkembang. Ini biasanya terjadi pada tunas-tunas lateral yang terletak di sekitar 10-30 cm di atas permukaan tanah. Sedangkan pada cara kedua, percabangan akan terbentuk setelah bagian terminal cabang yang telah ada (batang utama) membentuk malai bunga. Dua titik tumbuh tunas lateral di bawahnya akan tumbuh membentuk percabangan yang sederajat bila kondisi nutrisi tanaman baik, namun akan tumbuh hanya satu cabang bila kondisi nutrisi tanaman jelek dan tidak memadai. Atas dasar ini maka pada tahun pertama siklus produksi tanaman jarak pagar dipangkas untuk mempercepat perbanyakan jumlah cabang yang terbentuk.

Pembungaan tanaman jarak pagar terjadi pada ujung apikal setiap percabangan, atau secara terminal. Bunga pertama terbentuk di ujung terminal cabang utama (batang utama) yang kemudian diikuti pembentukan cabang sekunder. Namun pembungaan dapat bersamaan dengan bunga yang terbentuk di terminal cabang sekunder yang telah terbentuk terlebih dahulu sebelum pembungaan di terminal batang utama terjadi. Bunga akan terbentuk pada percabangan yang terbentuk di bawah letak bunga pertama bilamana pada cabang tersebut telah terbentuk sejumlah 5-15 helai daun. Sedangkan bunga yang terbentuk

pada percabangan yang terbentuk sebelum pembungaan di batang utama setelah percabangan tersebut berdaun 30-35 helai.

Sehubungan dengan adanya pengaruh pemangkasan terhadap percabangan tanaman jarak pagar, maka tanaman yang tidak dipangkas yang tumbuh alami memiliki bentuk tajuk yang lebih kerucut (lebih sempit). Sedangkan tanaman yang dipangkas memiliki bentuk tajuk yang lebih kolomnar bahkan melebar. Gambar 43 menjelaskan bentuk tajuk tanaman jarak pagar.



Gambar 47. Tanaman jarak pagar berumur 2,5 tahun yang tidak dipangkas (kiri) dan tanaman jarak pagar yang dipangkas (kanan). Tajuk tanaman yang dipangkas lebih lebar dibandingkan tajuk tanaman yang tidak dipangkas.

Bentuk atau arsitektur tajuk pada akhirnya adalah merupakan refleksi dari perkembangan sistim percabangan yang dapat secara langsung mempengaruhi intersepsi cahaya. Cahaya yang dapat masuk ke tajuk tanaman dan dapat diserap daun akan menentukan proses fotosintesis yang memegang peran utama dalam siklus produksi tanaman. Oleh karena itu, maka pemangkasan pada tanaman jarak pagar dapat mengubah bentuk dan ukuran tajuk tanaman sekaligus merubah produktivitas tanaman. Sehubungan dengan hal tersebut, maka arsitektur tajuk tanaman jarak pagar yang diharapkan memiliki produktivitas tinggi adalah arsitektur tajuk yang memiliki hubungan yang efektif dan efisien antara struktur tajuk dengan fungsi pertumbuhan, perkembangan, dan produksi buah (biji). Kondisi tajuk yang baik tersebut tentunya adalah tajuk tanaman yang memberikan peluang bagi sebanyak-banyaknya daun menjerap cahaya atau mengurangi cahaya yang diteruskan ke permukaan tanah di bawah tajuk.

C. Peningkatan Hasil Biji Tanaman Jarak Pagar Akibat Permangkasan

Pemangkasan total (seluruh percabangan yang ada) yang dilakukan pada tanaman jarak pagar pada saat fase dormansi di musim kering (kemarau) akan merangsang percabangan dan pembungaan di musim penghujan sehingga mempengaruhi hasil tanaman. Saat pemangkasan pada tanaman jarak pagar berpengaruh nyata terhadap hasil biji. Pengaruh nyata tersebut tampak pada jumlah malai produktif tanaman, jumlah kapsul per tanaman, bobot kering biji per tanaman, dan bobot kering biji per petak maupun per hektar, namun pemangkasan tidak berpengaruh terhadap jumlah kapsul per malai dan kandungan minyak biji.



Gambar 48. Pemangkasan total tanaman jarak pagar yang telah berumur dua tahun. Pemangkasan hanya menyisakan batang di sekitar pangkal batang (10-20 cm dari permukaan tanah).

Seperti telah dijelaskan bahwa pemangkasan terhadap tanaman jarak pagar diharapkan dapat membentuk percabangan yang lebih banyak dan diikuti dengan pembentukan malai pada tiap ujung percabangan tersebut. Setiap percabangan membentuk malai bunga yang kemudian tumbuh dan berkembang membentuk kapsul. Namun jumlah kapsul tiap malai yang terbentuk sangat beragam. Malai produktif adalah malai yang membentuk minimal lima kapsul. Malai yang membentuk kapsul kurang dari lima bahkan tidak membentuk kapsul tidak dihitung sebagai malai produktif.

Pada penelitian ini jumlah cabang tanaman berumur satu tahun yang tidak dipangkas memiliki 4-8 cabang sedangkan tanaman yang dipangkas saat pindah tanam memiliki 6-8 cabang. Saat tanaman berumur dua tahun, masing-masing tanaman memiliki cabang sejumlah 5-11 cabang dan 6-18 cabang. Tanaman yang dipangkas saat

berumur satu tahun memiliki bercabang 8-11 cabang di tahun berikutnya. Jadi percabangan yang terjadi sangat bervariasi

Sebagai akibat adanya percabangan yang bervariasi akibat pemangkasan tanaman, maka percabangan yang terbentuk juga tidak selalu membentuk malai yang produktif. Pada pemangkasan saat tanam dan pemangkasan di tahun pertama mengakibatkan jumlah malai produktif yang dapat dipanen pada panen pertama tahun kedua siklus produksi cenderung lebih banyak dibandingkan tanaman yang tidak dipangkas maupun pangkas di tahun kedua, yang sebenarnya juga pada saat tahun kedua tanaman ini sama kondisinya dengan tanaman tanpa pangkas. Jumlah malai produktif pada siklus produksi tahun ketiga nampak bahwa tanaman yang dipangkas saat tanam lebih tinggi yang diikuti oleh tanaman dipangkas saat berumur satu tahun. Jadi, pemangkasan cenderung menyebabkan penurunan jumlah malai produktif pada siklus produksi tahun berikutnya.

Walaupun jumlah kapsul per malai tidak dipengaruhi oleh pemangkasan karena jumlah kapsul per malai lebih merupakan faktor genetik, namun dengan adanya perbedaan pada jumlah malai produktif, maka akan menyebabkan perbedaan jumlah kapsul per tanaman di antara tanaman yang dipangkas pada saat yang berbeda tersebut. Fenomena serupa dengan jumlah malai produktif per tanaman tampak juga pada jumlah kapsul petanaman yaitu pada saat waktu dilakukan pemangkasan, maka pada saat siklus produksi tahun itu menyebabkan rendahnya jumlah kapsul per tanaman yang diperoleh. Namun demikian, khusus bagi pemangkasan di saat tanaman berumur satu tahun fenomena ini tampak tidak terjadi. Tanaman yang dipangkas saat tanaman berumur satu tahun memiliki jumlah kapsul per tanaman tertinggi pada saat siklus produksi tahun kedua.

Sebagai konsekuensi akibat pemangkasan menyebabkan adanya perbedaan jumlah malai produktif, maka terhadap variabel produksi lainnya seperti bobot kering biji per tanaman, bobot kering biji per petak maupun bobot kering biji per hektar, maka fenomena tersebut yang telah dijelaskan di atas juga terjadi pada ketiga variabel produksi ini. Jadi, jika pemangkasan dilakukan pada saat tanam, maka hasil biji kering yang diperoleh rendah pada saat siklus produksi tahun pertama tersebut. Namun jika pemangkasan dilakukan pada saat tanaman berumur satu tahun, yaitu setelah berakhir masa panen kedua di tahun pertama tersebut, maka hasil biji di tahun kedua siklus produksinya diperoleh rendah. Pemangkasan tanaman pada tahun

kedua menyebabkan perolehan biji kering di siklus produksi ketiga akan rendah.

Pemangkasan tanaman jarak pagar yang dilakukan pada saat tanam akan menunda atau menurunkan panen (biji kering) pada siklus produksi tahun pertama. Namun demikian pemangkasan tanaman pada saat tanam memberikan hasil biji kering yang tinggi pada siklus produksi tahun kedua dan ketiga dibandingkan dengan produksi biji tanaman yang tidak dipangkas. Pemangkasan saat pindah tanam menyebabkan rendahnya produksi biji yang diperoleh pada siklus produksi tahun pertama. Hal ini disebabkan karena untuk membentuk percabangan produktif masih memerlukan sejumlah cadangan makanan (fotosintat) yang lebih banyak. Pemangkasan tanaman menyebabkan tanaman menunda pembungaan karena tanaman membutuhkan waktu dan cadangan makanan untuk membentuk kerangka tajuk. Sedangkan pemangkasan tanaman jarak pagar di tahun pertama tidak menyebabkan penurunan hasil biji yang signifikan di tahun kedua siklus produksinya. Hal ini dikarenakan tanaman telah cukup menyimpan cadangan makanan pada batang-batang yang terbentuk terutama di pangkal batang maupun perakaran, sehingga tunas-tunas atau percabangan yang terbentuk cukup banyak mendukung terbentuknya malai produktif. Pada penelitian ini, tanaman yang telah berumur dua tahun memiliki ukuran (diameter) pangkal batang sebesar 18.4 cm yang berarti telah memiliki cadangan makanan seperti karbohidrat yang cukup untuk mendukung percabangan setelah pemangkasan.

Oleh karena percabangan jarak pagar tidak teratur walaupun sebenarnya sistem percabangan tanaman ini termasuk dalam sistem menggarpu atau dikotomi, maka jumlah cabang produktif dan sekaligus jumlah malai produktif yang terbentuk tidak selalu sama dengan jumlah cabang yang terbentuk. Fenomena ini yang menyebabkan adanya pengaruh nyata pemangkasan terhadap hasil jarak pagar. Pemangkasan juga menyebabkan adanya penurunan hasil pada tahun berikutnya setelah tahun dilakukan pemangkasan. Diketahui pula, bahwa pemangkasan bagian tanaman tertentu terutama percabangan utama berakibat pada bobot awal dan pengaturan pertumbuhan kembali (*regrowth*) sehingga memperpanjang masa periode vegetatif (*late juvenile*) dan juga akibat pemangkasan tanaman yang telah menghasilkan, setelah dipangkas akan berakibat perubahan nisbah C/N sehingga hasil pada tahun berikutnya dapat lebih rendah dibandingkan hasil sebelum dipangkas.

Tanaman jarak pagar jika dibiarkan tumbuh bebas tanpa usaha pengaturan arsitektur tajuk akan tumbuh dan berkembang tidak menguntungkan karena umumnya batang utama tumbuh meninggi akibat dominasi apikal dengan sedikit percabangan. Padahal percabangan yang baik akan berpengaruh positif terhadap peningkatan hasil karena pembentukan bunga berikut buah terjadi di setiap ujung percabangan secara terminal. Pada percobaan ini, setelah tanaman mencapai umur tiga tahun, tanaman jarak pagar yang tidak dipangkas telah memperlihatkan tajuk atau kanopi yang meninggi dan cukup lebat dengan bercabangan yang tidak produktif juga terbentuk cukup banyak. Sedangkan pemangkasan yang dilakukan setelah tanaman berumur satu tahun maupun saat pindah tanam memberikan hasil berupa biji kering tertinggi. Pemangkasan akan meningkatkan penangkapan cahaya karena terbukanya ruang kanopi dan pemangkasan pada tanaman jarak pagar akan merangsang percabangan produktif sehingga buah dan biji yang diperoleh pada tanaman dipangkas akan lebih banyak.

BAB 9

MENINGKATKAN PANENAN MELALUI PENGATURAN JUMLAH BUAH PER MALAI

Isi Bab

Sehubungan dengan usaha peningkatan hasil melalui pengaturan jumlah kapsul per malai, maka bab ini menjelaskan tentang aspek pemangkasan daun-buah dan kemudian penjelasan selanjutnya adalah sekitar pengaruh penjarangan buah (kapsul) terhadap hasil jarak pagar

Tujuan

Setelah membaca uraian bab ini, para pembaca diharapkan :

- mengetahui aspek fisiologis pemangkasan daun-buah pada tanaman, dan
- mengetahui pengaruh penjarangan buah terhadap hasil tanaman jarak pagar.

A. Tinjauan Pemangkasan Daun-Buah

Buah dalam periode pertumbuhan dan perkembangannya melalui tahapan yang diawali dengan perkembangan ovarium (bakal buah), dan dilanjutkan pembelahan sel, perbesaran sel, pematangan, dan kemudian pemasakan buah. Tahapan pertumbuhan dan perkembangan kebanyakan buah mengikuti pola sigmoid.

Buah jarak pagar atau kapsul akan masak sekitar 40-50 hari setelah pembuahan atau 90 hari dari pembungaan hingga fase pematangan buah. Buah berwarna hijau muda, kemudian tumbuh dan berkembang menjadi hijau tua saat matang, dan kemudian menguning saat masak, dan akhirnya menghitam dan kemudian mengering dan pecah saat lewat masak.

Melalui proses fotosintesis, daun merubah air dan karbondioksida menjadi karbohidrat yang diperlukan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Semakin banyak daun maka besar kesempatan lebih baik dalam mencukupi kebutuhan karbohidrat untuk tumbuh maupun disimpan pada organ penyimpanan seperti buah. Namun tidak semua daun, terutama daun yang ada di bagian bawah dan di tengah kanopi pohon, terpapar ke arah datangnya sinar matahari sehingga menangkap sedikit cahaya matahari. Sedangkan

daun yang baru terbentuk, daun muda, walaupun memiliki efisiensi fotosintesis tinggi, fotosintatnya digunakan untuk pertumbuhannya sendiri dan sangat sedikit ditranslokasikan ke batang. Oleh karena itu, maka untuk meningkatkan penggunaan fotosintat lebih banyak pada buah sebagai organ panen, maka perlu pengaturan nisbah luas daun/jumlah buah, selain pengaturan aktivitas daun, dan nisbah luas daun/kekuatan *sink* (pengguna fotosintat).

Pengaturan nisbah luas daun/jumlah buah dapat dilakukan dengan melakukan pemangkasan daun (*defoliation*) atau percabangan (*pruning*) dan penjarangan buah (*thinning*). Penjarangan buah akan meningkatkan nisbah daun/buah, sehingga diharapkan pertumbuhan buah akan semakin baik. Sedangkan pemangkasan daun merupakan upaya pengaturan persaingan memperoleh fotosintat oleh daun-daun dan percabangan yang tidak produktif atau bersifat sebagai *sink*. Oleh karena itu, ukuran buah optimum dengan kualitasnya yang baik membutuhkan nisbah daun/buah tertentu. Namun pada kenyataannya daun tidak dapat ditingkatkan jumlahnya, sehingga pengaturan nisbah daun/buah hanya dimungkinkan melalui pengurangan jumlah buah. Pengaturan nisbah daun-buah sudah banyak dipraktekkan dalam mengendalikan produksi tanaman hortikultura seperti pada apel, peach, dan tomat.



Gambar 49. Malai dengan jumlah kapsul yang berbeda (dari kiri ke kanan: jumlah kapsul 5, 10, 15, 20, dan 25 per malai)

Pengurangan atau pengaturan buah akan meningkatkan nisbah daun-buah melalui peningkatan luas daun yang ada terhadap setiap buah yang dibiarkan terus tumbuh dan berkembang. Apabila jumlah buah dalam kondisi banyak pada suatu tanaman maka akan menyebabkan beberapa perubahan seperti berkurangnya kandungan karbohidrat, ukuran dan bobot buah, serta komponen kualitas buah. Selain itu, akan menyebabkan jumlah buah pada panen tahun

berikutnya menurun. Pada nisbah *sink-source* rendah diperoleh buah tomat yang lebih besar dibandingkan nisbah *sink-source* tinggi namun bobot buah persimmon (*Diospyros kaki* L.) tidak berkorelasi dengan jumlah daun.

Keseimbangan *sink-source* diperlukan bagi tanaman pada saat fase perkembangan buah. Masa pembentukan organ reproduktif merupakan fase kritis yang sangat memerlukan cukup banyak energi dari jaringan *source*. Pengendalian nisbah *sink-source* menjadi sangat penting bagi tanaman berenergi tinggi seperti *nut*. Percobaan ini bertujuan untuk memperoleh informasi pertumbuhan dan perkembangan kapsul akibat pengaturan jumlah kapsul per malai dan tingkat kematangan kapsul yang memberikan hasil maksimal.

B. Pengaruh Penjarangan Buah terhadap Hasil Jarak Pagar

Seperti telah dijelaskan pada Bab 3 dan Gambar 45. bahwa, kapsul (buah) sudah terbentuk berupa pentil kapsul pada 10 hari setelah anthesis. Biji yang berada dalam kapsul mulai berkembang 20 hari setelah anthesis. Kapsul terus berkembang dan mencapai fase matang sekitar 40-45 hari setelah anthesis, kemudian mencapai fase masak pada 55 hari setelah anthesis, dan akhirnya memasuki fase senesen pada 60-65 hari setelah anthesis. Pertumbuhan dan perkembangan kapsul memerlukan waktu 60-65 hari sejak anthesis sedangkan perkembangan bunga sejak terbentuk sampai anthesis memerlukan waktu berkisar 15-20 hari. Perkembangan organ generatif dari sejak mulai berbunga hingga kapsul masak memerlukan waktu berkisar 75-85 hari.

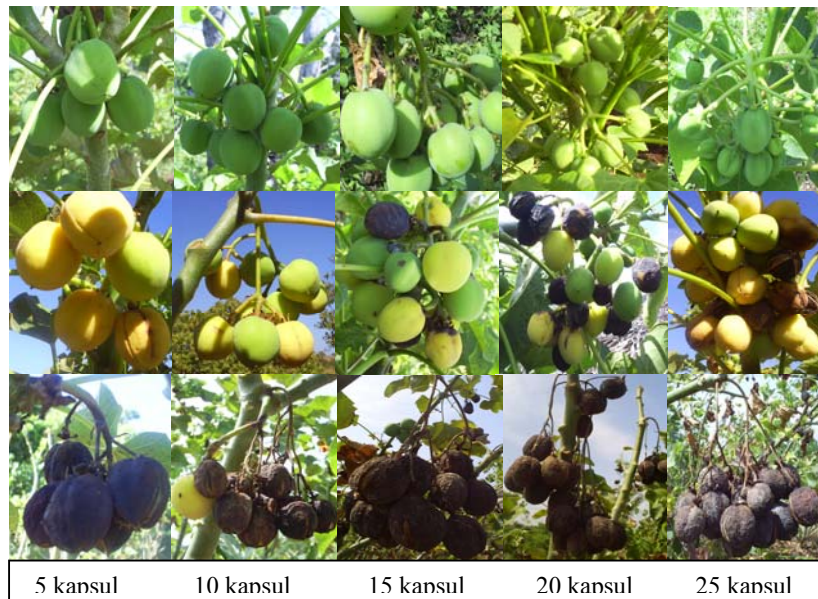
Pengaturan jumlah kapsul per malai berpengaruh pada karakter fisik kapsul maupun biji seperti bobot kapsul, diameter kapsul, bobot kering biji per kapsul, bobot kering biji per malai, dan persentase bobot kernel terhadap bobot biji. Bobot kapsul menurun dengan semakin banyak jumlah kapsul per malai. Demikian pula fenomena yang sama terjadi pada diameter kapsul, bobot kering biji per kapsul, bobot kering biji per malai, dan persentase bobot kernel terhadap bobot total biji.

Tidak ada pengaruh pemuatan kapsul per tandan terhadap kadar minyak kernel dan kadar air biji. Namun demikian terlihat ada kecenderungan berkurangnya kadar minyak kernel seiring dengan semakin banyak kapsul per tandan. Seiring dengan semakin bertambah umur kapsul kadar minyak meningkat hingga fase masak

(kuning) dan menurun kembali pada saat senesen (kapsul mengering). Perolehan minyak tiap malai meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah kapsul per malai maupun seiring dengan semakin berkembangnya kapsul hingga tingkat kematangan masak (*ripe*), namun menurun pada tingkat senesen (*over ripe*).

Semakin banyak buah yang terbentuk dan berkembang pada suatu tanaman akan menyebabkan berkurangnya ukuran individu buah. Sebagai manifestasi berkurangnya bobot kapsul, maka terjadi pula penurunan bobot kering biji per kapsul. Namun demikian bila dilihat pada bobot kering biji per tandan masih terjadi peningkatan seiring dengan semakin meningkat jumlah kapsul per malai. Karena pemuatan kapsul per malai tidak berpengaruh terhadap kadar minyak kernel (biji), maka masih diperoleh hasil minyak yang lebih banyak pada pemuatan hingga 25 kapsul/malai.

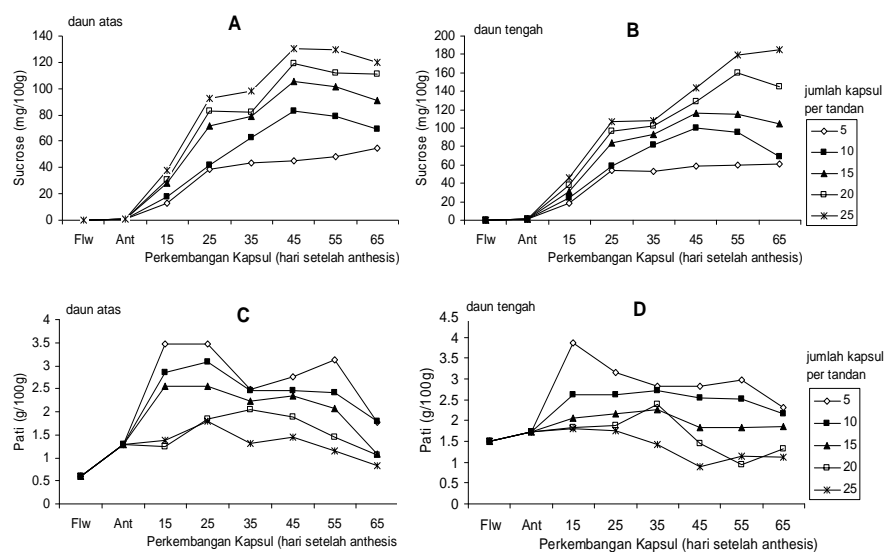
Selain mempengaruhi bobot kapsul, jumlah kapsul tiap malai pada jarak pagar mempengaruhi kandungan sukrose dan pati pada daun. Semakin meningkat jumlah kapsul per tandan menyebabkan kandungan sukrosa daun meningkat sementara itu kandungan pati menurun. Semakin tinggi sukrosa semakin rendah pati berkaitan dengan semakin banyak muatan kapsul per tandan. Selain itu, pemuatan kapsul menyebabkan kadar air biji cenderung menurun. Peningkatan jumlah buah menyebabkan berkurangnya kandungan air buah yang kemudian menurunkan pertumbuhan buah. Berkurangnya kadar air biji juga mengindikasikan bahwa semakin meningkat jumlah kapsul menyebabkan terbatasnya ketersediaan asimilat yang dapat dimobilisasi ke biji. Fenomena ini juga terjadi pada apel dan peach, serta kedelai.



Gambar 50. Tiga tahapan perkembangan kapsul pada masing-masing muatan per malai. Baris atas, kapsul pada tingkat perkembangan hijau muda (35-40 hari setelah anthesis). Baris tengah, kapsul pada tingkat perkembangan masak (50-55 hari setelah anthesis). Baris bawah, kapsul pada tingkat perkembangan lewat masak atau senesen (60-65 hari setelah anthesis). Kolom dari kiri ke kanan masing-masing jumlah muatan kapsul 5, 10, 15, 20, dan 25 per malai

Perubahan kadar sukrosa dan pati pada daun selama stadia perkembangan kapsul terjadi. Perubahan kadar sukrosa dan pati pada daun selama stadia perkembangan kapsul disajikan pada Gambar Selama perkembangan bunga kadar sukrosa daun sangat rendah, dan kadar sukrose kemudian meningkat selama perkembangan kapsul (GambarA dan 7.2.B). Secara umum, kadar pati daun atas (Gambar 7.2.C) dan daun tengah (Gambar 7.2.D) tampak menurun selama perkembangan kapsul. Menurunnya kadar pati seiring dengan meningkatnya jumlah muatan buah dikarenakan asimilat ditranslokasikan secara efisien ke buah diikuti dengan menurunnya kandungan pati pada jaringan daun, sedangkan meningkatnya kadar sukrosa daun pada malai berkapsul banyak disebabkan meningkatnya laju fotosintesis.

Kapsul merupakan organ *sink* untuk asimilat selama periode pertumbuhan dan perkembangan kapsul (biji), sehingga jumlah kapsul per tandan merupakan komponen ukuran atau besaran *sink*. Kadar pati daun menurun seiring dengan bertambah jumlah muatan kapsul per tandan mengindikasikan kapsul merupakan organ pesaing (*sink*) untuk asimilat. Hal ini juga disebabkan karena pembongkaran pati daun menjadi sukrosa untuk keperluan kapsul sebagai organ *sink*. Jadi, metabolisme sukrosa merupakan hal penting bagi mobilisasi dan penggunaan sukrosa selama periode perkembangan kapsul.



Gambar 51. Pengaruh jumlah kapsul per malai pada pola kadar sukrose daun atas (A) dan daun tengah (B), dan kadar pati daun atas (C) dan daun tengah (D).

Menurunnya pertumbuhan kapsul yang ditandai dengan semakin ringan bobot kapsul pada jumlah muatan kapsul yang banyak dibandingkan dengan bobot kapsul pada jumlah muatan yang sedikit disebabkan karena ketersediaan asimilat pada kapsul yang ditransfer oleh daun. Menurunkan nisbah *sink-source* melalui pengurangan jumlah kapsul per tandan sementara itu total jumlah daun dan total luas daun tidak berbeda akan mengurangi bahan kering yang didistribusikan ke buah sehingga menurunkan bobot kapsul. Kondisi

ini mengindikasikan bahwa perbedaan jumlah daun dan luas daun untuk masing-masing kapsul yang berbeda ternyata tidak berpengaruh terhadap kadar minyak biji. Fenomena yang terjadi pada buah jarak pagar ini sama halnya dengan yang terjadi pada tomat, bahwa jumlah maupun luas laun yang tinggi tidak menyebabkan semakin meningkatnya kandungan gizi buah. Jadi, tidak ada korelasi antara luas daun, jumlah daun per buah, dan panjang tajuk berbuah sehingga variabel ini tidak dapat digunakan sebagai dasar penjarangan atau ukuran akhir buah yang ingin diperoleh.

Hasil suatu tanaman dapat dibatasi oleh aktivitas sumber (*source*) seperti fotosintesis pada daun atau oleh keberadaan lubuk (*sink*) yang menggunakan fotosintat hasil *source*. Pemuatan berkisar 5-25 kapsul per malai yang juga berarti pengaturan nisbah *sink-source* pada tanaman jarak mempengaruhi metabolisme sukrosa dan pati sehingga mempengaruhi pertumbuhan kapsul berikut biji yang ada di dalamnya. Namun demikian perbedaan tersebut tidak menyebabkan perbedaan jumlah minyak yang berhasil dikonversikan dan kemudian ditumpuk pada biji. Dengan demikian, pemuatan hingga 25 kapsul per malai masih menguntungkan bagi pertanaman jarak pagar.

Jadi, pemuatan kapsul pada malai berpengaruh terhadap bobot kapsul, bobot kering biji per kapsul, bobot kering biji per malai, dan bobot minyak per malai tetapi tidak berpengaruh pada kadar minyak biji. Bobot kering biji per kapsul menurun seiring dengan semakin banyak jumlah kapsul per malai, namun bobot kering biji per malai, dan bobot minyak per malai meningkat. Kandungan minyak biji tertinggi diperoleh pada biji yang dipanen saat kapsul telah masak kuning (*ripe*).

BAB 11

TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN JARAK PAGAR

Isi Bab

Pada bab ini, akan diuraikan bagaimana teknik budidaya tanaman jarak pagar sebaiknya dilakukan. Bab diawali dari aspek pembibitan yang mencakup kriteria bibit unggul, penyiapan media bibit dan cara pembibitan dari bahan perbanyakan berupa stek batang maupun bahan perbanyakan berupa biji. Aspek berikutnya adalah persiapan lahan, dan kemudian penanaman, tindakan perawatan tanaman yang mencakup penyiangan, pemupukan, pemangkasan, pengairan, dan pengendalian hama-penyakit. Bab diakhiri dengan uraian pada aspek pemanenan.

Tujuan

Setelah membaca materi bab ini, para pembaca diarahkan untuk dapat mengetahui :

- teknik pembibitan tanaman jarak pagar baik dengan bahan stek batang maupun biji,
- teknik mempersiapkan lahan pertanaman dari pengolahan dan pembuatan lubang tanam,
- teknik menanam,
- teknik perawatan tanaman yang meliputi penyiangan, pemupukan, pemangkasan, pengairan, dan pengendalian hama-penyakit,
- teknik pemanenan buah dan pembijian

A. Pembibitan

Sebagai tanaman tahunan maka salah satu aspek budidaya tanaman jarak pagar yang memegang peranan penting bagi pencapaian produksi yang maksimal adalah aspek pembibitan. Perkebunan yang baik memerlukan bibit berkualitas. Pembibitan tanaman jarak pagar dilakukan dengan menggunakan bahan tanam berasal dari setek batang maupun biji, karena biji maupun stek batang tanaman ini dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman.

- 1. Kriteria Bibit Unggul/Bermutu Jarak Pagar**
 - a. Bibit tumbuh baik dan kuat dengan daun yang lebar pada tunas (batang) yang kokoh dan susunan filotaksis daun sempurna.
 - b. Bibit tidak terserang penyakit maupun hama.
 - c. Tingkat kematian pada bedengan pembibitan kurang dari 10 persen.
 - d. Pertumbuhan bibit dalam bedengan seragam
 - e. Telah berumur 2 - 3 bulan.

- 2. Persiapan Media Pembibitan**
 - a. Lokasi pembibitan sebaiknya dekat dengan lokasi penanaman maupun sumber air.
 - b. Areal pembibitan dapat di tempat terbuka maupun di bawah pepohonan namun masih memberikan penyinaran yang cukup seperti di areal pertanaman jambu mente.
 - c. Media tanam yang baik adalah campuran tanah berpasir dan pupuk kandang atau kompos dengan perbandingan 1:1 (v/v). Media dapat juga berupa campuran tanah-sekam-pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1 (v/v).
 - d. Media campuran yang telah siap kemudian dimasukkan dalam polibag berukuran 15x25 cm berwarna hitam atau bening.
 - e. Polibag berisi media tanam kemudian diatur membentuk bedeng-bedeng dengan ukuran lebar sekitar 1 meter dan panjang 5 meter, atau diatur lebar berupa 7-10 barisan polibag dan panjangnya sesuai kebutuhan.

- 3. Mempersiapkan Bahan Perbanyakan**
 - a. Bahan Perbanyakan Berupa Biji**
 - 1) Bahan perbanyakan atau biji sebaiknya diambil dari tanaman jarak pagar hasil *Improved Population* (= tanaman yang telah diperbaiki sifat genetiknya)
 - 2) Jika tanaman *Improved Population* belum ada, biji dapat diambil dari tanaman yang telah berumur 5 tahun, bebas hama-penyakit, tumbuh subur, setiap ujung percabangan berbuah (antara 10-20 kapsul/malai) dengan produktivitas minimal 2 kg/tanaman/tahun.
 - 3) Biji diambil dari buah/kapsul yg telah masak (telah berwarna kuning).
 - 4) Kapsul dikeringanginkan selama 2 hari, kemudian dikupas untuk diambil bijinya.

- 5) Biji tersebut dikeringanginkan selama 2 hari, kemudian biji tersebut telah siap sebagai bahan perbanyakan tanaman jarak pagar.

b. Bahan Perbanyakan Berupa Stek Batang

- 1) Bahan stek diambil dengan memotong percabangan primer atau skunder yang telah berkayu, berwarna abu-abu, dan berdiameter 2.0–2.5 cm dengan panjang 25 cm.
- 2) Dasar stek batang dipotong rata mendatar.
- 3) Sebaiknya bahan stek dikelompokkan berdasarkan ukuran diameter.



Gambar 52. Bahan perbanyakan tanaman jarak pagar. Biji yang diperoleh dari kapsul yang telah masak atau berwarna kuning (atas), dan bahan stek batang diambil dari percabangan primer dan skunder yang dikelompokkan berdasarkan ukurannya.

4. Penanaman Biji dan/atau Stek Untuk Pembibitan

- a. Biji dapat ditanam langsung pada polibag yang telah berisi media tanam.
- b. Biji dapat juga dikecambahkan terlebih dahulu, baru kemudian ditanam.
- c. Penanaman biji dan stek dilakukan dengan cara membuat lubang tanam terlebih dahulu pada media dalam polibag, kemudian satu biji dan/atau stek batang ditanam untuk tiap polibag.
- d. Pembibitan dipelihara pada kondisi agar dapat memberikan

- peluang baik bagi pertumbuhan dan berkembang bibit hingga siap tanam (berumur 2-3 bulan setelah tanam).
- e. Pembibitan disiram dua hari sekali. Penyiraman pembibitan yang dilakukan setiap hari sekali menghasilkan bibit yang lambat beradaptasi saat penanaman di lapang.
 - f. Penyapihan (atau penjarangan) perlu dilakukan untuk memberikan ruang tumbuh bibit yang baik. Bibit asal biji disapih saat telah berumur 4 minggu sedangkan bibit asal stek setelah berumur 6 minggu.



Gambar 53. Pembibitan dengan bahan perbanyakan berupa stek batang. Polibag dengan media tanam yang dipersiapkan (kiri), bahan stek batang yang telah tertanam (kanan).



Gambar 54. Bibit tanaman jarak pagar yang telah berumur 2,5 bulan. Bibit asal stek batang pada berbagai ukuran bahan (kiri) dan asal biji (kanan).

B. Persiapan Lahan

Tampaknya, tanaman jarak pagar ini dapat tumbuh pada semua jenis tanah asalkan pada areal penanaman memiliki sistem drainase yang baik. Tanaman jarak pagar tidak menghendaki genangan. Pada tanah berpasir dengan curah hujan sedikit, tanaman jarak pagar masih dapat tumbuh tetapi produktivitasnya sangat rendah sehingga untuk mendapatkan hasil yang optimal diperlukan tambahan pengairan.

Persiapan lahan bagi lokasi yang belum secara intensif digunakan sebaiknya dimulai dengan pembukaan lahan (*land clearing*), dan kemudian pengajiran serta pembuatan lubang tanam. Lahan yang akan ditanami dibersihkan dari semak belukar terutama di sekitar calon tempat tanam. Khususnya bagi rencana pengembangan perkebunan, sebaiknya tanah diolah dengan menggunakan traktor dan dibiarkan seminggu. Pengolahan tanah sampai gembur hingga kedalaman 30 cm. Namun bilamana usahatani jarak pagar hanya memanfaatkan modal investasi yang terbatas, pengolahan lahan dapat hanya sekitar lubang tanam saja. Cara ini juga baik untuk penanaman di daerah bukit atau lereng.

Setelah pengolahan lahan dan pembentukan areal penanaman selesai, maka kemudian pengajiran dilakukan dengan menancapkan ajir (dari bambu atau batang kayu) dengan jarak tanam disesuaikan dengan rencana populasi tanaman yang ditetapkan. Pengajiran biasanya dengan arah Utara-Selatan. Sedangkan untuk daerah lereng, pengajiran mengikuti garis kontur.



Gambar 55. Lahan areal penanaman yang belum diolah (atas) dan lahan setelah pengolahan (kanan).

Setelah pengajiran selesai, maka pembuatan lubang tanam sudah siap dilakukan. Pada posisi ajir dibuat lubang tanam dengan ukuran lubang tanam 40 x 40 x 40 cm atau dapat seukuran mata pacul. Ke dalam lubang tanam kemudian dimasukkan campuran pupuk dasar, berupa pupuk kandang 2 kg per pohon dan 25 kg Urea/ha (10 g/pohon), 150 kg SP-36/ha (60 g/pohon), dan 30 kg KCl/ha (12 g/pohon). Campuran tersebut kemudian dimasukkan dalam lubang tanam yang kemudian ditambahkan sambil diaduk dengan tanah lapisan atas yang tadinya diletakkan di sisi lubang saat pembuatan lubang tanam tersebut.



Gambar 56. Lubang tanam yang dibuat seukuran mata pacul (kiri) lubang tanam yang telah diberikan pupuk kandang (tengah atas), bibit yang baru dipindah-tanam pada lubang dengan sistim pengolahan di sekitar lubang tanam (tengah bawah), dan lubang tanam yang dibuat pada areal tanam pengolahan lahan (pengolahan minimum melalui pembuatan lubang tanam yang lebih dalam dan lebar) (kanan).

C. Penanaman

Pemilihan waktu tanaman sebaiknya pada awal musim penghujan. Sedangkan pada daerah-daerah yang memiliki musim penghujan panjang, maka sebaiknya saat penanaman diperhitungan sekitar tiga bulan sebelum musim penghujan reda. Penanaman di lapangan dilakukan setelah bibit siap pindah tanam yaitu berumur 2,5 bulan di pesemaian. Penanaman untuk perkebunan sebaiknya diatur dengan jarak tanam 2 m x 2 m, sedangkan untuk petani di lahan kering sebaiknya berjarak tanam lebih lebar agar dapat menerapkan pola

tumpang sari agar pemanfaatan lahan lebih intensif.

Pindah tanam bibit atau penanaman di lapangan pertanian dilakukan setelah lubang tanam yang telah dibuat dibiarkan selama 1-2 minggu. Bibit dimasukkan ke dalam lubang setelah polybag dirobek pada bagian bawah dan dibuat irisan pada dinding polybag sampai ujung. Setelah penimbunan dengan memanfaatkan tanah galian lubang tanam, bagi lahan kering sebaiknya permukaan tanah sekitar lubang tanam dibuat cekung untuk menampung air saat hujan. Sedangkan pada daerah beriklim basah, sebaliknya yaitu permukaan lubang tanam dibuat guludan meninggi ke arah tanaman untuk menghindari kelebihan air.



Gambar 57. Pindah tanam pada sistim pengolahan tanah di sekitar lubang tanam (atas) dan tanaman berumur 4-5 bulan setelah tanam (bawah).

Penanaman di lapang diatur dengan jarak tanam 2 x 2 m sehingga diperlukan 2.500 bibit per hektarnya. Jika persentase kematian bibit setelah pindah tanam di lapang sekitar 10 persen, maka bibit perlu disiapkan sebanyak 2.750 bibit. Jarak tanam dapat lebih lebar tergantung tujuan penanaman. Penanaman dengan sistim pola tumpang sari dengan tanaman palawija sebaiknya berjarak tanam 2 x 5 m atau lebih.

Tanaman Jarak pagar dapat ditanam secara bercampur

(tumpang sari) dengan tanaman lain terutama tanaman palawija atau jenis-jenis yang tidak bersaing dalam menggunakan sumber daya dan juga tidak bersifat alelopati satu sama lain. Tanaman jarak pagar dalam hal ini adapat sebagai tanaman pokok terutama pada lahan-lahan yang akan dikembangkan sebagai perkebunan tanaman ini. Namun dapat juga sebagai tanaman sela pada lahan-lahan yang telah cukup produktif ditanaman tanaman palawija atau tanaman lainnya. Dalam hal ini, penanaman tanaman jarak pagar adalah usaha untuk menambah pendapatan akibat penambahan produksi (jenis komoditi) per satuan luas lahan yang sama. Kondisi yang harus diperhatikan adalah bahwa tanaman yang berdampingan dengan tanaman jarak pagar tidak menaungi, karena sebagai tanaman penghasil minyak yang terakumulasi pada bijinya, tanaman jarak pagar sangat memerlukan cahaya matahari yang banyak untuk proses pertumbuhan dan perkembangannya.

D. Penyiangan

Seperti halnya tanaman perkebunan lainnya, tanaman jarak pagar yang masih muda sangat peka terhadap pengaruh tumbuhan pengganggu (gulma) di sekitar perakarannya, karena itu perlu dilakukan penyiangan. Oleh karena itu, penyiangan tanaman pengganggu perlu dilakukan setelah sekitar 2-3 minggu setelah tanam dengan cara olah tanah ringan di sekitar tanaman secara melingkar. Setelah musim penghujan mulai reda, penyiangan gulma perlu dilakukan kembali agar gulma-gulma di antara baris tanaman tidak mengganggu pertumbuhan tanaman jarak pagar.

Penyiangan atau pembumbunan pada dasarnya adalah menyediakan nutrisi (hara) ke daerah perakaran tanaman. Menimbun pangkal akar/batang dengan menarik tanah yang ada melingkar radius kanopi tanaman juga merupakan upaya mempertahankan kelembaban di sekitar perakaran. Jadi, akan sangat menguntungkan bilamana rerumputan hasil penyiangan beserta tanah permukaan ditimbun di sekitar pangkal akar-batang yaitu pada tempat dilakukan penyiangan melingkar pada saat awal pertumbuhan. Hal ini akan menekan terjadinya penguapan air selama musim kemarau.

E. Pemupukan

Pengalaman pemupukan tanaman jarak pagar di daerah kering Lombok Utara, NTB adalah sebagai berikut. Pupuk dasar berupa pupuk kandang 2 kg per pohon dan 25 kg Urea/ha (10

g/pohon), 150 kg SP-36/ha (60 g/pohon), dan 30 kg KCl/ha (12 g/pohon) diberikan secara bersamaan saat pindah tanam dilakukan. Pupuk urea kedua diberikan pada saat satu bulan setelah tanam sebanyak 25 kg Urea/ha (10 g/pohon). Pada tahun kedua dan tahun ketiga, pemupukan dilakukan pada awal musim hujan dengan dosis pupuk kandang 2 kg per pohon dan 50 kg Urea/ha (20 g/pohon), 150 kg SP-36/ha (60 g/pohon), dan 30 kg KCl/ha (12 g/pohon). Pada tahun keempat, penulis belum dapat menyarankan karena pada saat ini tanaman jarak pagar yang ada telah memasuki tahun ke empat siklus produksi dan sedang mendapatkan perlakuan dosis pemupukan yang berbeda.

Namun demikian, pada beberapa daerah dilakukan pemupukan dengan dosis yang berbeda dengan apa yang telah diuraikan di atas. Sebagai contoh, ada yang menyarankan pemupukan tanaman jarak pagar setelah berumur dua tahun dipupuk dengan 50 kg Urea, 150 kg SP-36, dan 30 kg KCl serta 2,5-5 ton pupuk kandang per hektarnya. Ada juga yang memupuk dengan dosis 150 kg Urea, 75 SP-36, dan 50 kg KCl per hektarnya.

Dosis pupuk yang harus diberikan ke tanaman jarak pagar tentunya berbeda antara satu daerah dengan daerah lainnya, antara jenis tanah yang berbeda, dan juga antara umur tanaman yang berbeda. Karena itu, penentuan dosis yang tepat memerlukan analisis tanah, analisis pertumbuhan tanaman indikator atau langsung kepada tanaman jarak pagar itu sendiri. Terkait waktu pemupukan, pemupukan sebaiknya dilakukan setelah hujan telah (mulai) turun, sehingga tanah di areal pertanaman cukup lembab.

F. Pemangkasan

Tujuan dilakukannya pemangkasan adalah untuk meningkatkan jumlah cabang produktif. Hal ini didasari pada pembentukan malai atau tandan bunga yang kemudian berkembang menjadi buah terjadi pada setiap ujung percabangan. Jadi semakin banyak cabang yang terbentuk akibat pemangkasan maka akan semakin banyak kemungkinan diperolehnya malai buah. Jumlah cabang berkorelasi positif dengan hasil buah dan biji.

Jika sasaran pengembangan tanaman jarak pagar diarahkan untuk menciptakan tanaman dengan minimal memiliki potensi hasil biji kering sebesar 5 ton/ha/tahun atau 2 kg/tanaman/tahun, maka berdasarkan hasil penelitian penulis, tanaman jarak pagar ideal tersebut yang dapat memberikan hasil sebesar itu harus memiliki

minimal 40 malai/tanaman dengan masing-masing pada malai terdapat minimal 25 kapsul atau tanaman jarak pagar dengan minimal memiliki 50 malai/tanaman dan pada masing-masing malai terdapat minimal 20 kapsul.

Jika hasil pertanaman jarak pagar diharapkan diperoleh pada tahun pertama siklus produksi, maka pemangkasan di tahun pertama atau pemangkasan bibit saat pindah tanam tidak perlu dilakukan. Hasil tanaman yang dipangkas pada saat pindah tanaman lebih rendah dibandingkan tanaman yang tidak dipangkas pada saat pindah tanam. Namun demikian seperti diketahui bahwa perkembangan dan pengelolaan kanopi jarak pagar melalui pemangkasan merupakan tindakan agronomi yang penting agar diperoleh hasil biji yang tinggi. Setelah studi dilanjutkan hingga tiga tahun siklus produksi diperoleh fenomena bahwa pemangkasan tanaman jarak pagar berpengaruh positif terhadap peningkatan hasil biji kering. Pemangkasan saat pindah tanam terhadap bibit maupun pemangkasan saat tanaman berumur satu tahun merupakan saat pemangkasan terbaik untuk diperolehnya hasil biji kering pada tahun ketiga siklus produksi. Pemangkasan tanaman dewasa menyebabkan fenomena penurunan hasil biji kering pada siklus produksi satu tahun berikutnya.

G. Pengairan

Pada areal pertanaman jarak pagar di daerah kering, pengairan dilakukan secara teratur setiap seminggu sekali selama satu bulan pertama setelah penanaman, dan selanjutnya mengandalkan curah hujan. Penambahan pemberian air atau pengairan pada saat memasuki musim kemarau tentunya akan memberikan pengaruh positif terhadap produksi biji. Hal ini dikarena sifat tanaman jarak pagar akan dapat berbunga sepanjang tahun asalkan mendapatkan pengairan pada saat musim kemarau.

Pada banyak referensi mengenai budidaya tanaman jarak pagar disarankan untuk mengairi tanaman jarak pagar 5-6 hari sekali atau 7-10 hari sekali atau 10-12 hari sekali. Semakin sering pengairan dilakukan tentunya akan menambah biaya produksi (biaya tenaga kerja dan biaya pengadaan air untuk di lahan kering) sehingga akan mengurangi keuntungan usahatani tanaman jarak pagar ini. Hasil penelitian penulis menunjukkan bahwa pada kondisi mendapatkan air yang berbeda selama dua tahun periode pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar yang ditanam di lahan kering Lombok Utara (dulu Lombok Barat) tampak berbeda. Sistem

pengairan berpengaruh nyata terhadap jumlah malai produktif tanaman jarak pagar namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah kapsul per malai. Sebagai akibat dari kondisi tersebut maka sistim pengairan berpengaruh nyata terhadap jumlah kapsul per tanaman maupun terhadap bobot kapsul per tanaman dan kemudian pada akhirnya berpengaruh nyata terhadap bobot biji kering yang dihasilkan tanaman jarak pagar. Sistim pengairan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan minyak biji jarak pagar genotipe Lombok Barat ini. Akan tetapi kenaikan hasil akibat penambahan pengairan saat di musim kemarau tidak memberikan keuntungan ekonomis. Sebagai catatan, pengairan yang diteliti tersebut adalah penambahan 10 liter air setiap tiga minggu sekali yang diberikan secara langsung pada tegakan tanaman dan pengairan permukaan (leb) setiap tiga minggu sekali pada saat musim kemarau sedangkan pada saat musim penghujan mengandalkan curah hujan yang ada.

H. Pengendalian Hama-Penyakit

Pengembangan jarak pagar secara intensif sebagai tanaman sumber alternatif Bahan Bakar Minyak tentunya akan merubah kondisi lingkungan dimana tanaman itu tumbuh dan berkembang. Semulanya tanaman jarak pagar yang tumbuh liar tidak tampak terserang hama maupun terinfeksi patogen, namun bilamana telah berkembang sebagai tanaman perkebunan yang dibudidayakan secara intensif, maka hama-penyakit tentunya akan muncul dan menyebabkan kerusakan ekonomis.

Untuk mengendalikan hama-penyakit yang menyerang dan menginfeksi tanaman jarak pagar sebaiknya dipilih tindakan yang lebih bijaksana terhadap kondisi lingkungan. Terdapat tiga hal pokok yang sebenarnya harus dilakukan agar insek dan mikroba tidak sebagai hama maupun patogen yang menyerang dan menginfeksi tanaman jarak pagar. Adapun ketiga hal pokok tersebut adalah menciptakan lingkungan tempat tumbuh mendukung bagi tumbuh dan berkembangnya tanaman jarak pagar tersebut sehat dan baik. Kedua, melaksanakan pengontrolan secara berkala terhadap populasi hama dan penyakit pada areal pertanaman. Ketiga, berusaha untuk tidak menciptakan kondisi lingkungan yang ekstrim bagi terjadinya kematian musuh alami hama dan makriba penyebab penyakit.

Sehubungan dengan hama-penyakit, penulis dengan beberapa para ahli hama-penyakit sedang mempersiapkan buku yang khusus menjelaskan perihal hama-penyakit pada tanaman jarak pagar. Berikut

adalah beberapa gambar hama dan penyakit yang sering dijumpai mengganggu dan merusak tanaman jarak pagar secara ekonomis,



Gambar 58. Hama penghisap buah - Kepik Lembing (*Chrysochoris javanus* Westw). Keberadaannya pada musim penghujan



Gambar 59. Hama kutu bertepung putih atau kutu dompolan (*Ferrisia virgata* Cockerell).



Gambar 60. Hama Uret yang menggerek pangkal akar (*Lcucopholis* sp. dan *Exopholis* sp.)



Gambar 61. Akarina – *Tetranychus* sp. menyebabkan daun kaku dengan permukaannya kasar dan tumbuh tidak normal.



Gambar 62. Kapsul – terinfeksi jamur tepung – *Oidium* sp.



Gambar 63. Gejala penyakit pada daun yang terinfeksi *Xanthomonas ricinicola* (kanan) dan terinfeksi *Helminthosporium* sp. (kiri)

I. Panen

Tanaman jarak pagar mulai berbunga setelah berumur 3-4 bulan sejak pindah tanam, dan kemudian pertumbuhan dan perkembangan buah dimulai saat tanaman berumur 4-5 bulan. Akhirnya kapsul akan masak yang ditandai telah berwarna kuning. Kapsul jarak pagar masak pertama kali setelah berumur 6-8 bulan atau 60-70 hari setelah pembungaan..

Karena pembungaan jarak pagar tidak serentak dalam tiap malainya, maka penyerbukan dan kemudian pembuahan bunga juga tidak serentak sehingga menyebabkan kapsul jarak pagar dalam satu tandan tidak masak secara serentak pula. Fenomena ini akan dijumpai pasti pada malai-malai yang padanya tumbuh dan berkembang lebih dari 15 kapsul per malainya. Namun pemasakan akan dijumpai serentak pada malai-malai yang jumlah kapsulnya sedikit. Oleh karena itu pemanenan sebaiknya secara sekaligus seluruh kapsul pada malai dengan menunggu kondisi tingkat kematangan kapsul pada malai seperti ditunjukkan Gambar 64.

Tanaman jarak pagar yang ditanam di wilayah kering pulau Lombok akan berbunga pertama kalinya pada sekitar bulan Maret-April. Bunga yang terbentuk dan berkembang pada periode ini jika terus berkembang membentuk kapsul, maka kapsul akan dapat dipanen pada bulan akhir April-Juni. Setelah tanaman memasuki umur 2 tahun, pembungaan pertama akan terjadi pada bulan November-Maret, dan kemudian kapsul dapat dipanen pada awal Maret-April. Panen raya kedua sekitar Juni-Agustus dapat dilakukan karena pembungaan untuk panen kedua ini terjadi pada bulan April-Juni. Saat dan periode panen untuk daerah yang berbeda tentunya akan berbeda tergantung kondisi iklim setempat.



Gambar 64. Kondisi malai dengan tingkat kematangan kapsul yang dapat dipanen seluruhnya yaitu dengan cara memotong seluruh malai kapsul.



Gambar 65. Kapsul yang dipanen pada tingkat kematangan yang optimal (kiri), biji jarak pagar yang diperoleh dari kapsul yang telah masak optimal (tengah), dan kulit kapsul yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos maupun bakar bakar tungku.

Kapsul yang telah dipanen segera dijemur untuk dikeringkan kulitnya sehingga pengupasan akan lebih mudah. Setelah biji terpisah dari kulitnya sebaiknya biji-biji dikeringkan dengan cara dikeringanginkan hingga kadar air biji 7-8 persen. Biji hasil panen sesegera dikarungkan dan kemudian disimpan pada ruang simpan yang memiliki kondisi baik bagi penyimpanan biji. Kondisi yang baik ruang simpan tersebut adalah memiliki suhu dan kelembaban udara tidak terlalu tinggi dan tidak berubah-ubah.

BAB 10

ANALISIS SWOT PENGEMBANGAN JARAK PAGAR

Isi Bab

Pada bab ini diuraikan analisis permasalahan dan kondisi saat sekarang dari suatu keadaan dan keberadaan komoditas jarak pagar di Indonesia. Analisis dimaksud adalah Analisis SWOT, yaitu suatu analisis terhadap *Strength* (kekuatan), *Weaknesses* (kelemahan), *Opportunity* (peluang), dan *Threat* (ancaman).

Tujuan

Setelah membawa isi bab ini, pembaca diarahkan untuk mengetahui keadaan dan keberadaan komoditas jarak pagar di Indonesia saat sekarang dan beberapa hambatan maupun peluang yang dapat dijadikan sebagai dasar pengembangannya.

A. Analisis SWOT

Permasalahan dan kondisi saat sekarang dari suatu keadaan dan keberadaan komoditas jarak pagar di Indonesia dapat diketahui melalui Analisis SWOT, yaitu suatu analisis terhadap *Strength* (kekuatan), *Weaknesses* (kelemahan), *Opportunity* (peluang), dan *Threat* (ancaman) daripada komoditi jarak pagar tersebut. Analisis SWOT berikut ini dilakukan melalui pendalaman informasi baik primer maupun skunder dari beberapa data-data yang ada maupun melalui wawancara langsung di beberapa lokasi (daerah) pusat pengembangan komoditas jarak pagar. Analisis dilakukan pada beberapa aspek/faktor yang mempengaruhi komponen analisis tersebut dan berikut adalah penjabaran analisis SWOT komoditas jarak pagar di Indonesia.

KEKUATAN (STRENGTH)

1. Promosi untuk budidaya lahan marginal dan kering
2. Sumber bioenergi terbarukan
3. Memelihara siklus karbon
4. Pemecahan masalah penyediaan BBM berkelanjutan
5. Mengurangi ketergantungan/import minyak bumi

6. Bahan bakar ramah lingkungan
7. Periode produksi tanaman dapat mencapai 40 tahun
8. Pengendalian erosi dan peningkatan kualitas tanah
9. Faktor pendorong pengembangan antara lain :
 - a. PERPRES RI No. 5, 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional
 - b. INPRES RI No. 1, 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati sebagai Bahan Bakar
 - c. Deklarasi Para Menteri, 12 Oktober 2005 tentang Gerakan Nasional Penanggulangan Kemiskinan dan Krisis BBM
 - d. Rapat Terbatas Para Menteri dan 7 Gubernur bersama Presiden RI tentang Pengembangan Komoditi termasuk Jarak Pagar
10. Tersedianya lahan di Indonesia yang berpotensi untuk maksud pengembangan jarak pagar
11. Memungkinkan ketahanan ekonomi dan energi rumah tangga
12. Tersedianya hasil penelitian di beberapa Perguruan Tinggi dan Pusat Penelitian (termasuk UNRAM) yang dapat digunakan untuk mendukung pengembangannya

KELEMAHAN (WEAKNESSES)

1. Energi yang dihasilkan per unit area pertanaman jarak pagar masih rendah, dikarenakan belum tersedia varietas (jenis) unggul
2. Biaya produksi biofuel masih relatif mahal
3. Kurang tersedianya standarisasi produksi biofuel
4. Teknologi produksi biofuel juga sedang berkembang
5. Kurangnya pemahaman masyarakat terhadap adanya keuntungan lain dari limbah pengolahan biji jarak menjadi minyak (biodiesel)
6. Trauma masyarakat terhadap program pengembangan perkebunan (komoditi lain) dimasa lalu yang kurang menguntungkan (ekonomis) bagi petani
7. Harga hasil (biji) belum stabil sehingga minat masyarakat untuk mengembangkan tanaman ini masih rendah
8. Sumber daya manusiis sasaran pengembangan perlu pelatihan
9. Terbatasnya permodalan

PELUANG (OPPORTUNITIES)

1. Mengkreasikan tenaga kerja dalam budidaya JP dan proses produksi biofuel

2. Mengurangi bahaya emisi gas polutan yg dikeluarkan fosil fuel (= Carbon Trade)
3. *By product* (hasil sampingan) – banyak dan menjanjikan
4. Areal pengembangan tersedia luas
5. Pemanfaatan lahan kering, lahan kritis, dan lahan terbuka tidak pernah tertanami/termanfaatkan
6. Tanaman Jarak Pagar sudah dikenal masyarakat Indonesia
7. Kebutuhan Bahan Bakar Minyak yang semakin meningkat dan pada sisi lain sering terjadi kelangkaan Bahan Bakar Minyak terutama di perdesaan
8. Bahan Bakar Nabati merupakan Bahan Bakar Minyak terbarukan yang dapat berkelanjutan
9. Permintaan BBN semakin meningkat karena ramah lingkungan
10. Dapat dikembangkan dengan tingkat teknologi menengah

ANCAMAN (THREATS)

1. Teknik pengamanan limbah proses produksi biofuel (*oilcake*)
2. Akan mempengaruhi (persaingan) penggunaan lahan dengan tanaman pangan
3. Penerapan teknologi pengolahan biodiesel lokal kemungkinan tidak standar (perlu pengembangan)
4. Perlu dukungan Pemerintah Daerah maupun Pusat
5. Diperlukan sosialisasi dan kebijakan yang baik dengan kehati-hatian serta pemilihan model pengembangan yang berpihak pada masyarakat tani
6. Dalam usaha skala besar akan bersaing dengan harga BBN dunia
7. Kesadaran penggunaan BBN belum meluas

B. Bagaimana Pengembangan Jarak Pagar

Pengembangan tanaman jarak pagar sebagai sumber alternatif minyak dapat memberikan keuntungan pada banyak sektor. Keuntungan yang pertama ialah tertutupnya lahan marginal, kritis, dan lahan kering yang tidak dapat diusahakan tanaman pangan dengan vegetasi jarak pagar sehingga tanah dapat dikonservasi. Pemanfaatan hasil buah/biji dari tanaman penghijauan tersebut, akan memberikan tambahan penghasilan bagi masyarakat pengelola lahan. Dengan teknologi budidaya yang sederhana, usahatani monokultur dan tumpangsari juga akan memberikan penghasilan. Pada harga minyak fosil yang tinggi usahatani tanaman ini dapat memberikan keuntungan. Jika harga keekonomian biji jarak pagar telah dicapai dan

juga jenis-jenis unggul yang berproduksi tinggi telah diperoleh, maka keuntungan petani pengembang tanaman ini akan lebih baik.

Keberlanjutan persediaan sumber BBM akan tercapai pula jika pengusaha jarak pagar dilakukan dengan masukan teknologi budidaya yang baik dan ekonomis. Desa mandiri energi dapat dikembangkan dengan memanfaatkan jarak pagar khususnya pada lokasi yang jauh dari jangkauan BBM fosil.

Keuntungan lain pengusaha jarak pagar ialah keamanan lingkungan akibat penggunaan biodisel jarak pagar yang ramah lingkungan. Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa karbon dioksida yang diserap oleh tanaman jarak pagar cukup tinggi sehingga tanaman ini meningkatkan penyimpanan karbon (*carbon stock*). Pengembangan pertanaman jarak pagar pada lahan-lahan terbuka menjadi perkebunan jarak pagar akan meningkatkan penyimpanan karbon. Namun, kejadian sebaliknya dapat terjadi jika lahan bervegetasi digantikan oleh jarak pagar ataupun pembukaan lahan hutan untuk dijadikan areal pertanaman kelapa sawit.

Melalui pencanangan program pengembangan BBN, luasan pertanaman jarak pagar akan menjadi semakin luas dibandingkan yang ada sekarang. Hal ini berdampak pada serapan dan penurunan emisi karbon oleh jarak pagar. Jarak pagar dapat berperan dalam sumbangannya terhadap perubahan iklim. Secara khusus dapat dikatakan, bahwa karena jarak pagar berpotensi menurunkan emisi karbon dalam bingkai *Clean Development Mechanism* (mekanisme pembangunan bersih), penelitian dan pengembangan varietas, teknologi budidaya, sistem budidaya yang mendukung pembangunan bersih perlu dilakukan secara lebih terencana.

Pada kenyataannya, kendala pengembangan perkebunan atau pertanaman jarak pagar mempengaruhi realisasi pengembangan bahan bakar minyak berbasis jarak pagar berjalan lambat, hal ini disebabkan oleh beberapa hal seperti persediaan bahan baku yang sifatnya musiman dan belum memberikan insentif yang menarik bagi pengembang tanaman jarak pagar (khususnya petani). Oleh karena itu, maka langkah yang dianggap realistis dalam pengembangan jarak pagar sebagai sumber bahan bakar minyak nabati adalah :

1. Membangun kemandirian dalam pemenuhan kebutuhan energi,
2. Pemberlakuan kewajiban penggunaan biofuel (BBN) pada sektor pengguna energi dan juga penggunaan BBN untuk kegiatan lainnya,

3. Program pemuliaan tanaman untuk mendapatkan jenis-jenis unggul dalam produktivitas hasil biji dan rendemen minyak,
4. Meningkatkan efisiensi dalam bercocok tanam dan penanganan pascapanen,
5. Diversifikasi cabang usaha tani,
6. Tidak hanya bertujuan menjual biji tetapi memanfaatkan segala bentuk produk utamanya seperti minyak bakar dan juga produk sampingan.

Pengembangan tersebut dapat ditempuh melalui beberapa tahapan, yaitu pembelajaran, pengembangan kebun produksi dan kebun benih, penyediaan peralatan pengolahan minyak, pelatihan kepada masyarakat, dan pembinaan dan pendampingan dalam kemitraan yang berkelanjutan yang saling menguntungkan.



Gambar 66. Pertanaman jarak pagar umur 2 tahun di kawasan Kabupaten Lombok Utara NTB, saat musim penghujan



Gambar 67. Kondisi tanaman jarak pagar umur 3 tahun di kawasan kabupaten Lombok Utara di saat musimkemarau. Tanaman menggururkan seluruh daunnya.



Gambar 68. Tanaman jarak pagar ditanam di pematang sawah tadah hujan di kawasan Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur NTB. Kondisi saat musim kemarau, lahan tidak ditanami tanaman pokok



Gambar 69. Tanaman jarak pagar produktif, yaitu tanaman yang sebagian besar percabangan diikuti dengan malai yang produktif berisikan lebih dari 15 kapsul per malai.

DAFTAR PUSTAKA

- [GFU] Global Facilitation Unit for Underutilized Species and [GTZ] Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GmbH. 2004. *Case Study "Jatropha Curcas"*. Hartlieb Euler, David Gorriz, Hagenstr.16 Frankfurt, Germany
- Abidin, Z. 2008. Tanggapan atas pengembangan bahan tanam unggul dan konsep cluster pioneer. Makalah bahasan dalam Prosiding Lokakarya Nasional IV: Akselerasi Inovasi Teknologi Jarak Pagar Menuju Kemandirian Energi. Malang, 6 November 2008. H:57-62.
- Acquaah, G. 2002. *Horticulture – Principles and Practices*. Second Edition. Pentice Hall, New Jersey. 787p.
- Aguirrezabal, LAN., Y Lavaud, GAA Dosio, NG Izquierdo, FH. Andrade, LM Gonzalez. 2003. Intercepted solar radiation during seed filling determines sunflower weight per seed and oil concentration. *Crop Sci.* 43:152-161.
- Aidin-Daslin N., IS. Indraty, Sumarmadji. 1992. Pengaruh sistim perakaran tanaman karet terhadap hasil sadapan pertama. *Risalah Penelitian. Research Centre Getas, Salatiga.* 15:11-14.
- Allen, MT., P Prusinkiewics, RR Favreau, TM Dejong. 2007. L-peach and L-system-based model for simulating architecture, carbohydrate source-sink interactions and physiological responses of growing trees. *In Vos, J., L.F.M. Marcelis, P.H.B de Visser, P.C. Struik, J.B. Evers (eds). Functional Structural Plant Modelling in Crop Production.*, Springer, Netherlands. p:139-150.
- Araya, H.T. 2005. Seed germination and vegetative propagation of bush tea (*Athrixia phylloides*). [Thesis] Pretoria: Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria.
- Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts. p:25
- Azis, S., Krisantini, WD Widodo, A Munandar. 1991. Pengaruh Media Tumbuh Dua Varietas Seruni (*Chrysanthemum morifolium* Ram) dari Macam Bibit Yang Berbeda. *Prosiding Simposium Hortikultura*, Malang, 13 – 14 Nopember 1991. h:102-108
- Baki, A.A., J.D. Anderson. 1972. Physiological and biochemical deterioration of seeds. Pp:283-315. *In T.T. Kozlowski (Ed). Seed Biology. Vol.II. Academic Press, NY.*
- Bakrie, AH. 2001. Respon Palem Botol (*Mascarena revaughinii*)

terhadap Pemberian Beberapa Jenis Pupuk pada Beberapa Jenis Media Tanam. *Prosiding Seminar Nasional Hortikultura dan Kongres Perhorti*, Malang, 7-8 Nopember 2001. hal:288-294.

- Bernal-Lugo, A. Camacho, and A. Carballo. 2000. Effect of Seed Agieng on the Enzymic Antioxidant System of Maize Cultivars. In. Black, M., K.J. Bradford, J. Vasquez-Ramos (Eds). *Seed Biology : Advances and Applications*. CAB Internaional.
- Breedlove, D., L Ivy, T Bilderback. 1999. Comparing potting substrate for growing "Hershey Red" azalea. *Proceeding of Southern Nurserymen's Association*. Research Conference. Vol.44:71-75.
- Broussard, C., E Bush, A Owings. 1999. Effect of hardwood and pine bark on growth response of woody ornamental. *Proceeding of Southern Nurserymen's Association*. Research Conference. Vol.44:57-60.
- Budianto, A., B.B. Santoso. 1999. Pengaruh Posisi Benih Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Bibit Nagasari (*Mesua ferrea* L.). *J. Agroteksos Fakultas Pertanian UNRAM*. Vol.4, No.3.p:56-60.
- Cholid, M., K. Sudiarto, D. Winarno. 2008. Pengaruh pemangkasan terhadap pertumbuhan dan produksi jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Prosiding Lokarkarya Nasional III : Inovasi teknologi jarak pagar untuk mendukung program Desa Mandiri Energi*.p:252-257.
- Coombs, D., P Blackburne-Maze, M. Cracknell, R. Bentley. 1994. *The Complete Book of Pruning*. Ward Lock, London.
- Crouse, KK., DH Tatum. 1998. Effects of Composted Cotton Gin Trash on Growth Substrates. *Proceeding of Southern Nurserymen's Association*. Research Conference. Vol.43:23-25.
- Darjanto, Satifah S. 1990. *Pengetahuan Dasar Biologi Bunga dan Teknik Penyerbukan Silang Buatan*. Jakarta: PT Gramedia.
- DEPTAN. 2006. *Petunjuk teknis pembibitan jarak pagar (Jatropha curcas L.)*. Puslitbangbun, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri, Parungkuda, Sukabumi. Departemen Pertanian, RI. 28hal.
- Drew, M.C., J.M. Lynch. 1980. Soil anaerobiosis, micro-organism, and root function. *Ann. Rev. Phytopathol.* (18):37-66.

- Dunlap, J.R., J.P. Barnett. 1985. Influence of seed size and depth of seed sowing on germination and early development of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Germinants. *Can. J. For. Res.* (13):40-44.
- Dwary, A., M Pramanick. 2006. *Jatropha* – a biodiesel for future. *Everyman's Sci.* XL(6):430-432.
- Dzwonko, Z., S. Gawronski. 2002. Influence of litter and weather on seedling recruitment in a mixed oak-pine Woodland. *Ann. Bot.* (90):245-251.
- Foidl, N., G Foidl, M Sanchez, M Mittelbach, S Hackel. 1996. *Jatropha curcas* as a source for production of biofuel in Nicaragua. *Biores. Technol.* 58:77-82.
- Fonteno, WC. 1988. Know your media, the air, and container connection. *Grower Talk* 51(11)110-111.
- Francis, G. dan K. Becker, 2001. Development, Mobility and Environment: a case for production and use of biodisel from *jatropha* plantations in India. www.jatropha.org [Januari 2006].
- Ginwal, HS., PS Rawat, RL Srivastava. 2004. Seed source variation in growth performance and oil yield of *Jatropha curcas* Linn. In Central India. *Silvae Genetica* 53, 4: 186-192.
- Goyne, MW., MA Arnold. 1996. Container production of under-utilized small trees using kenaf and coconut coir pith. *Proceeding of Southern Nurserymen's Association*. Research Conference. Vol.41:67-72.
- Gubitz, GM., M Mittelbach, M Trabi. 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Biores. Technol.* 67:73-82.
- Hadipermata, M, D Sumangat, W Broto. 2006. Pemanfaatan minyak jarak pagar (*Jatropha curcas*) sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah. Lokakarya Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor, 29 November. 21 hal.
- Halmer, P. 1985. The Mobilization of Storage carbohydrates in Germinated Seed. *Plant Physiol.* 35:73
- Handayani, T dan Yuzammi. 1994. Pola perkecambahan dan Viabilitas Biji Maniltoa grandiflora Scheff. Dalam Prosiding Simposium Hortikultura nasional. Malang, 8-9 November 1994. Perhimpunan Hortikultura Indonesia – Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

- Hansen, J. 1998. Effect of cutting position on rooting, axillary bud break and shoot growth in *Stephanotis floribunda*. *Acta Horticulturae* 226:159-163.
- Hariyadi. 2006. Sistem Budidaya Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) di Indonesia. Makalah pada Seminar Nasional Pengembangan dan Pemanfaatan Jarak Pagar sebagai Bioenergi di Indonesia. Hotel Shangri-La, Jakarta. 25 Februari 2006.
- Hartati, S. 2006. Persentase Bunga Betina sebagai Salah Satu Faktor Penentu Produksi Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Info Tek Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*, Vol.1, No.5, Mei 2006. Puslitbang perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan RI.
- Hartati, S. 2008. Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Pembungaan dan Pembuahan Jarak Pagar. *Info Tek Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*, Vol., No., Mei 2006. Puslitbang perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan RI.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies, Jr., R.L. Geneve. 2002. *Plant Propagation : Principles and Practices*. 7th edition. Printice Hall Inc. 770p.
- Haskin, F.A., H.J. Gorz. 1985. Influence of seed size, planting depth, and companion crop on emergence and vigor of seedling in sweetclover. *Agronomy Journal*, (67):652-654.
- Hasnam. 2009. Position peper jarak pagar (*Jatropha curcas*): Bagaimana Pengembangannya. *Prosiding Lokakarya Nasional V. Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer Menuju DME Berbasis Jarak Pagar*. Malang, 4 November 2009. H:22-24.
- Hasnam. 2008. Variasi Pembungaan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Info Tek Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*, Vol.3, No.11, November 2008. Puslitbang Perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan RI.
- Hasnam, 2008. Tanggapan atas implementasi program pengembangan jarak pagar sebagai sumber energi alternatif. Makalah bahasan dalam *Prosiding Lokakarya Nasional IV: Akselerasi Inovasi Teknologi Jarak Pagar Menuju Kemandirian Energi*. Malang, 6 November 2008. H:63-66.
- Hasnam, C. Syukur, R.S. Hartati, S. Wahyuni, D. Pranowo, E. Susilowati, E. Puslani, B. Heliyanto. 2007. Pengadaan bahan tanaman jarak pagar di Indonesia; desa mandiri energi serta strategi penelitian di masa datang. Makalah disampaikan pada

- Lokakarya Nasional Jarak Pagar III di Balittas Malang, 5 November.
- Hasnam, Z Mahmud. 2006. *Pedoman Umum Perbenihan Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Hasnam, Z. Mahmud. 2006. *Pedoman Umum Perbenihan Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Balitbangtan. Departemen Pertanian.
- Heller, J. 1991. Investigation of the Genetic Potential and Improvement of Cultivation and Propagation Practices of Physic Nut (*Jatropha curcas L.*). Final Report Submitted to Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Cschborn.
- Heller, J. 1996. Physic nut. *Jatropha curcas L.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Henning, R. 1996. Combating Desertification: The *Jatropha* Project of Mali, West Africa. *Aridland* No. 40, Fall/Winter 1996. The CCD, Part I: Africa and The Mediterranean. <http://ag.arizona.edu/OALS/ALN/aln40/jatropha.html> [Januari 2006].
- Henning, R. 1998. Fighting Desertification by Integrated Utilisation of the *Jatropha* Plant-an Integrated Approach to Supply Energy and Create Income for Rural Development. www.jatropha.org [Januari 2006].
- Henning, R. 2000. The *Jatropha* Booklet. A Guide to the *Jatropha* System and its Dissemination in Zambia, produced for GTZ-ASIP-Support-Project Southern Province, Zambia. <http://www.jatropha.de/documents/jcl-booklet.pdf> [Mei 2006]
- Howard, B.H. 1996. Relation between shoot growth and rooting of cutting in three contrasting species of ornamental shrubs. *J. of Hort. Sci.* 71:591-606.
- Indraty, I.S., Sutardi. 1985. Pengaruh letak benih karet (*Hevea braziliensis*) pada perkecambahan terhadap pertumbuhan bibit. *Risalah Penelitian*. No. 11, 1985. Research Centre Getas, Salatiga.p:1-11.

- Jawanda, J.S., A. Singh, S. Singh, J.S. Bal. 1991. Effect of indolbutyric acid and shoot portion on the rooting of cutting in Japanese Plum. *Acta Horticulture* 283:189-197.
- Jøker, D. and J. Jepsen, 2003. *Jatropha curcas* L. Seed Leaflet No. 83. Danida Forest Seed Centre. www.dfsc.dk [Januari 2006].
- Jones, N., JH. Miller. 1992. *Jatropha curcas*. A Multipurpose Species for Problematic Sites. *The World Banks Report*. Asia Technical Department. Agriculture Division. 11p.
- Jongschaap, REE. 2008. A to Z of *Jatropha curcas* L. Claims and Facts on *Jatropha curcas* L. Wageningen UR – Plant Research International, Wageningen, The Netherlands. www.jatropha.wur.nl [Desember 2008].
- Kadiman, K. 2006. Pengembangan Teknologi Bioenergi di Indonesia. *Seminar Nasional Pengembangan dan Pemanfaatan Jarak Pagar Sebagai Bio-Energi di Indonesia*. Hotel Shangri-La, Jakarta 25 Februari 2006.
- Kamar, A., Sharma, S. 2008. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): A review, *Ind.Crop Prod.* doi: 10.1016?j.indcrop.2008.01.001.
- Kandpal, JB., M Madan. 1995. *Jatropha curcas* : a renewable source of energy for meeting future energy need. *Renewable Energy* 6(2):159-160.
- Leakey, R.R.B. 1999. *Nauclea diderrichii*: rooting of stem cuttings, clonal variation in shoot dominance, and branch plagiotropism. *Trees* 4:164-169.
- Leiwakabessy, FM. 1988. Kesuburan Tanah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. 55h.
- Lele, S. 2005. The cultivation of *Jatropha curcas*. Strategies and institutional mechanisms for large scale cultivation of *Jatropha curcas* under agroforestry in the context of the proposed biofuel policy of India. www.svlele.com [Januari 2006].
- Leon, AJ., FH Andrade, M Lee. 2003. Genetic analysis of seed-oil concentration across generation and environments in sunflower. *Crop Sci.* 43:135-140.
- Lubis, M.Y. 1996. Penelitian Teknologi Budidaya Tanaman Jambu Menté : Kasus Pulau Muna di Sulawesi Tengah. Prosiding Forum Komunikasi Ilmiah Komoditas Jambu Menté. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.p:86-95.
- Mahmud, Z., AA Rivaie, D Allorerung. 2006. *Petunjuk Teknis*

- Budidaya Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Edisi-2. Jakarta:Deptan.
- Mandal, R. 2005. Energy – Alternatif Solution for India’s Needs : Bio-diesel. www.jatropha.de/schmook1.htm [September 2005].
- Manurung, R. 2006. Minyak Jarak Pagar Murni (Pure Jatropha Oil) Bahan Baku Pengganti Bahan Bakar Minyak. *Seminar Nasional Pengembangan dan Pemanfaatan Jarak Pagar Sebagai Bio-Energi di Indonesia*. Hotel Shangri-La, Jakarta 25 Februari 2006.
- Mohr, H. and P. Schopfer, 1995. *Plant Physiology*. Springer-Verlag. p:203-207.
- Mutaqin, K.H., D. Chandra, G. Suastika, Dadang. 2008. Pests and Diseases of Jatropha in Lampung and West Java. Department of Plant Protection Faculty of Agriculture –Bogor Agricultural University. Makalah dalam International Jatropha Conference, Bogor-Indonesia.2008
- Murphy D.J., Rawsthorne S., and Hills, M.J. 1993. Storage Lipid Formation in Seeds. *Seed Sci Res.* 3:79-95.
- Naning, Y., Yulianti, B., Rina K., Dharmawati, F.D. 2002. Informasi Teknis Tanaman Nagasari (*Mesua ferrea L.*). Tekno Benih. Vol.7, No.2, 2002. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. p:79-83.
- Noggle, G.R. and Fritz, G.J. 1983. *Introductory Plant Physiology*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Notodimedjo, S., S Afandi, 1990. Pengaruh beberapa macam media terhadap pertumbuhan tiga varietas batang bawah mangga dan keberhasilan sambungan muda dengan teknik mini trees. *Prosiding Simposium Hortikultura 1990* Malang.
- Ohlrogge, J.B. and Browse J.A. 1995. Lipid Biosynthesis. *Plant Cell* 7:957-970.
- Openshaw, K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass Bioenergy* 19:1-15.
- Palanisamy, K., P. Kumar. 1997. Effect of position, size of cutting and environmental factors on adventitious rooting in neem (*Azadirachta indica A. Juss*). *Forest Ecology and Management* 98:277-288.
- Perry, D.A. 1979. Seed vigour and seedling establishment. *Advance Research and Technology of Seeds* 2:62-85.

- Prajapati N. and D. Prajapati. 2005. A Handbook of *Jatropha curcas* Linn. (Physic Nut). www.fact-fuels.org [September 2006].
- Ratree, S. 2004. A preliminary study on physic nut (*Jatropha curcas* L.) in Thailand. *Pakistan J. Biol. Sci.* 7:1620-1623.
- Reddy, K.C., V.V. Naole. 2009. Enhancing *Jatropha curcas* productivity by canopy management. *Nature Proceedings*: doi:10.1038/npre.2009.3700.1.
- Rijssenbeek, W. 2006. *Jatropha Planting Manual*. Handbook on *Jatropha Curcas*. FACT Foundation. www.fact-fuels.org [September 2006].
- Rodrigues-Perez, S. 2005. Breeding system, flower visitors and seedling survival of two endangered species of Helianthemum (Cistaceae). *Ann. Bot.* (95):1229-1236.
- Ryugo, K. 1988. *Fruit Culture : Its Science and Art*. John Wiley and Sons. 344p.
- Sadjad, S. 1989. Konsep Steinbauer-Sadjad Sebagai Landasan Pengembangan Matematika Benih di Indonesia. Pidato Ilmiah Pengukuhan Guru Besar. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sadjad, S. 1993. *Dari Benih Kepada Benih*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 325h.
- Santoso, B.B. 2009. Potensi hasil tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) ekotipe Lombok Barat yang ditanam dari biji dan stek selama tiga tahun pertama. Prosiding Lokakarya Nasional V. Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer Menuju DME Berbasis Jarak Pagar. Malang, 4 November 2009. H:36-43.
- Santoso, B.B. 2009. Hasil jarak pagar (*Jatropha curcas* L) genotipe Lombok Barat pada tahun pertama siklus produksi di NTB. *Crop Agro* (3) (2): 133-141.
- Santoso, B.B. 2009. Karakterisasi Morfo-Ekotipe dan Kajian Beberapa Aspek Agronomi Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) di Nusa Tenggara Barat. [Disertasi] : Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Santoso, B.B., Hariyadi, BS. Purwoko. 2009. Pertumbuhan bibit jarak pagar asal biji dan stek pada berbagai macam media pembibitan. *Crop Agro*. (2) (2): 138-148.
- Santoso, B.B., Hasnam, Hariyadi, S. Susanto, B. S. Purwoko. 2008. Potensi Hasil Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) pada Tahun Pertama Budidaya di Lahan Kering Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. *Bul. Agron.* (36) (2): 161-167.

- Santoso, B.B., Hasnam, hariyadi, Slamet Susanto, B.S. Purwoko. 2008. Perbanyakkan vegetatif tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan stek batang : pengaruh panjang dan diameter stek. *Bull. Agron.* (36) (3): 255-262.
- Santoso, BB., BS Purwoko. 2008a. Pertumbuhan bibit tanaman jarak pagar (*jatropha curcas* l.) pada berbagai kedalaman dan posisi tanam benih. *Bull. Agron.* (36) (1): 170-77.
- Santoso, B.B., BS Purwoko. 2008b. Teknik pembibitan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* l.). *Crop Agro.* (1) (2): 77-84.
- Santoso, B.B., Haryadi. 2008. Metode pengukuran luas daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Magrobis.* (8) (1): 17-22.
- Santoso, B.B., Hariyadi, B.S. Purwoko. 2007. Tinjauan agromorfologi perkecambahan biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *J. Penelitian UNRAM.* (2) (12): 69-76.
- Sardjoko, M. 2006. Kebijakan Pengembangan Tanaman jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai Bahan Baku Bahan Bakar Nabati (Biofuel). Makalah pada Seminar Nasional Pengembangan dan Pemanfaatan Jarak Pagar sebagai Bioenergi di Indonesia. Hotel Shangri-La, Jakarta. 25 Februari 2006.
- Schillinger, W.F., E. Donalson, R.E. Allan, S.S. Jones. 1998. Winter wheat seedling emergence from deep sowing depths. *Agron J.* 90:582-586.
- Schmidt, B. 2003. *Jatropha* Kwa-Zulu-Natal, Exploratory Mission. In DOVE-Biotech (Ed). *Jatropha curcas* - An International Botanical Answer to Biodiesel Production and Renewable Energy. DOVE Biotech LTD, Sathorn, Bangkok, Thailand. www.Dovebiptech.com. [November 2006].
- Siagian, Sutardi, IS. Indraty. 1994. Umur bibit dan daya adaptasi pasca penanaman bibit karet (*Hevea braziliensis*). *Risalah Penelitian.* Research Centre Getas, Salatiga. 18:12-18.
- Sudarmadji, S., B Haryono, Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian.* Edisi 4. Liberty, Yogyakarta. 112hal.
- Sutarto, S. 1994. Studi pemanfaatan berbagai macam media pembibitan pada beberapa tanaman perkebunan. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri.* Puslitbang Tanaman Industri. Bogor, Indonesia. Vol.XX. No.5.
- Syamsuwida, D. 2002. Pemilihan Jenis Tanaman, Penanganan Benih, dan Teknik Pesemaian Untuk Membangun Hutan Rakyat. *Tekno Benih* Vol 7. No.2:19-27. Oktober 2002.

- Taiz, L., E Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. Third Edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts. 667p.
- Tana, N. 1992. Pengaruh Media Campuran dan Frekwensi Pemberian Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan Bibit Salak [Skripsi] Mataram : Fakultas Pertanian UNRAM.
- Thomas B. 1993. Internal and External Control of Flowering. In: Jordan BR (Ed) *Molecular Biology of Flowering*. Sussex. CAB International.
- Tobe, K., L. Zhang, K. Omasa. 2005. Seed germination and seedling emergence of three annual growing on desert sand dunes in China. *Ann. Bot.* (95):649-659.
- Tyler G. 2001. Relationship between climate and flowering of eight herbs in a Swedish deciduous forest. *Annals of Botany* 87: 623 – 630
- Verheij, E.W.M., R.E. Coronel. 1992. Plant resources of South East Asia No.2 : Edible Fruit and Nut. PROSEA Bogor, p:507-152.
- Wiesenhutter, J. 2003. Use of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) to Combat Desertification and Reduce Poverty. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ). Convention Project to Combat Desertification (CCD Project). www.gtz.de/desert [September 2005].
- Wijaya, I Md. 1991. Penggunaan Sekam pada Pembibitan Beberapa Tanaman Hias Berkayu. [Skripsi] Mataram : Fakultas Pertanian UNRAM.
- Wilson, P.J. 1993. Propagation characteristics of *Eucalytus globules* Labill. spp. *globules* stem cutting in relation to their original position in the parent shoot. *J. of Hort. Sci.* 68(5): 715-724.
- Wolf, B. 1996. *Diagnostic Techniques for Improving Crop Production*. Food Products Press. An Imprint of The Haworth Press, Inc. 426p.
- Yuniastuti, S., Baswarsiati, Rebin, 1994. Usaha pembibitan anggur dengan pemberian zat hara dan zat pengatur tumbuh dalam berbagai komposisi media tumbuh. *Prosiding Simposium Hortikultura Nasional*, Malang, 8-9 November 1994. Perhimpunan Hortikultura Indonesia.
- Zhang, J., Maun M.A. 1994. Potential for seed bank formation in seven great lakes and dune species. *Amer. J. Bot.* (81):387-394.
- Zheng, Y., Z. Xie, Yi Yu, L. Jiang, H. Shimizu, G. M. Rimmington. 2005. Effect of burial in sand and water supply regime on

seedling emergence of six species. *Ann. Bot.* (95):1237-1245.
Ziegler, P. 1995. Carbohydrate Degradation During Germination. *In.*
Kigel and Galili (Eds). *Seed Development and Germination.*
Marcel Dekkers, Inc. p:447-474.

DAFTAR ISTILAH

- Absisi**, gugurnya daun. Pada jarak pagar gugur daun terjadi pada saat musim kemarau (kering).
- Adventif**, perkembangan organ atau embrio dari atau pada tempat yang semestinya bukan tempat tumbuh organ atau embrio bersangkutan. Sehingga jika organ tersebut adalah akar, maka dikenal sebagai akar adventif (adventisius) maupun tunas adventif.
- Aksilar**, berasal dari ketiak daun.
- Antesis**, waktu/saat mahkota bunga mekar yang diikuti gugurnya serbuk sari (polen).
- Auksin**, salah satu golongan atau kelompok zat pengatur tumbuh baik yang alamiah maupun sintetik, yang dapat menginduksi pemanjangan sel, dan dalam kasus tertentu pembelahan sel. Golongan zat pengatur tumbuh ini juga bertanggung jawab dalam dominasi apical, penghambatan pucuk aksilar dan adventif, dan inisiasi pengakaran.
- Autotropik**, tidak membutuhkan persenyawaan organik untuk kehidupannya, dapat mensintesis dari bahan anorganik dengan sumber energi matahari.
- 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
- Buah**, merupakan produk tanaman dengan bau aromatis yang manis secara alami atau umumnya dimaniskan terlebih dahulu sebelum dimakan. Secara botani, buah diartikan sebagai ovarium yang matang mengandung biji dan kadangkala beberapa bagian yang berkembang lainnya.
- Buku (nodus)**, bagian batang tempat duduknya atau melekatnya daun.
- 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 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 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.

Compatible, kecocokan antara calon batang atas dan calon batang bawah yang disambungkan atau ditempelkan dalam *grafting* dan *budding*. Kecocokan terjadi karena adanya hubungan kedekatan famili (jenis) antar kedua jenis tanaman. Kebalikannya, bila tidak terjadi kecocokan disitilahkan sebagai *incompatible*.

Daun tunggal, daun yang helaiannya hanya satu tumbuh dan berkembang pada tangkai daunnya. Sedangkan jika banyak tangkai daun dengan helaian daunnya tumbuh dan berkembang pada tangkai daun utama, maka daun ini disebut **daun majemuk**.

Dediferensiasi, perubahan dari suatu keadaan terdiferensiasi menjadi sel-sel tanpa bentuk dan fungsi yang khas.

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

Dikotomi, adalah istilah model percabangan. Percabangan dikotomi (menggarpu) yaitu cara percabangan yang membentuk dua anak cabang sederajat (sama besar) dari cabang induk (terdahulu).

Dominasi Pucuk Apikal, pengaturan pertumbuhan pada tanaman dimana auksin dihasilkan oleh tunas apical (cabang utama) menghambat pertumbuhan tunas-tunas lateral pada cabang yang sama.

Dormansi, suatu periode tidak aktif dari suatu bagian tanaman sehingga nampak seolah-olah tidak terlihat adanya

pertumbuhan dan perkembangan. Bagian tanaman tersebut akan tumbuh setelah mendapatkan kondisi fisiologis maupun lingkungan tertentu yang mendukung proses tumbuhnya.

Draenase, gerakan air meninggalkan sistim perakaran dan media tumbuh (area pertanaman)

Ekotipe, perbedaan populasi secara genetik yang ditentukan dan dipengaruhi, serta sekaligus menggambarkan lingkungan dimana populasi tersebut tumbuh dan berkembang.

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

Embriogenesis, proses pembentukan embrio.

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

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

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.

Epigeal, perkecambahan biji yang diikuti oleh munculnya kotiledon di atas permukaan tanah karena dorongan/akibat perpanjangan hipokotil. **Hipokotil** sendiri adalah batang di bawah daun kotiledon pada kecambah/semai.

Epikotil, batang yang berada di atas daun kotiledon daripada bibit/semai/kecambah.

Erosi, pergerakan atau perpindahan partikel tanah yang disebabkan air atau angin.

Etiolasi, pertumbuhan dengan kondisi kurang kloropil yang dikarenakan kekurangan cahaya. Atau pertumbuhan pemanjangan suatu batang (cabang dan ranting) akibat kurang mendapatkan cahaya matahari.

Filotaksis, pola susunan daun pada batang.

- Fotosintat**, atau sering disebut pula sebagai asimilat, yaitu hasil dari fotosintesis seperti karbohidrat yang disimpan sebagai cadangan makanan.
- Gen**, bagian dari DNA (deoxyribonukleat acid) dari suatu kromosom yang menentukan keturunan.
- Generatif**, suatu periode pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman yang dicirikan oleh adanya pembentukan organ generatif seperti bunga maupun buah.
- Genotipe**, komposisi genetik dari suatu tanaman
- Grafting**, penyambungan dua atau lebih tanaman menjadi satu tanaman. Tanaman bagian atas berasal dari satu tanaman yang dinamakan entris (*scion*) yang kemudian nantinya tumbuh dan berkembang sebagai tajuk, sedangkan bagian bawah sebagai sumber perakaran dinamakan batang bawah (*rootstock*).
- Hardening**, aklimatisasi dari tanaman yang diperoleh dari kultur in-vitro dengan jalan pengurangan kelembaban dan peningkatan intensitas cahaya.
- Heterozigot**, sel atau organisme yang memiliki allele yang berbeda pada lokus tertentu dari kromosom yang homolog.
- Homozigot**, individu diploid ataupun poliploid yang memiliki allele yang identik pada kromosom yang homolog.
- Induksi**, inisiasi dari suatu proses khusus yang menghasilkan perkembangan dari suatu organ.
- Juvenil**, suatu periode vegetatif dari suatu tanaman yang menandakan tanaman masih muda, belum memasuki pembungaan. Sering pula disebut sebagai juwana atau belia, masa dalam kehidupan tanaman sebelum pembungaan terjadi dan pada periode tersebut pembungaan dapat diinduksi.
- Kalus**, sekumpulan sel aktif membelah dan tidak teroeganisir sebagai akibat pelukaan tanaman di alam atau setelah diinduksi dengan auksin dan sitokinin dalam kultur in-vitro. Pada dasar stek sering terlihat sekelompok sel yang membesar itulah kalus.
- Kanopi**, adalah suatu istilah yang sama artinya dengan tajuk, yaitu sistim percabangan berikut daunnya pada suatu tanaman.

- Kapasitas lapang**, kelembaban air dalam tanah yang terjadi setelah pengairan (atau hujan).
- Ketiak daun**, bagain atau tempat di atas daun yang merupakan sudut antara batang dan daun. Atau sering disebut **ketiak daun**.
- Klon**, sekelompok turunan tanaman (*offspring*) yang diperoleh dari perbanyakan vegetatif. Satu individu dari klon disebut sebagai **ramet**. Upaya untuk menghasilkan klon disebut sebagai **Cloning**.
- Kotiledon**, daun embrio daripada biji.
- Leher akar** atau **pangkar akar**, atau collum yaitu bagian akar yang bersambungan dengan pangkal batang.
- Malai = tandan = infloresen**, adalah sekumpulan bunga yang tumbuh dan berkembang pada satu aksis (tangkai bunga)
- Meristem**, jaringan yang belum terdiferensiasi, yang selalu membelah sehingga kemudian mencapai suatu tipe jaringan yang pasti fungsinya. merupakan satu kelompok sel yang sangat aktif membelah. Biasanya terjadi pada ujung akar, ujung pucuk, dan pada kambium. **Meristem apikal**, adalah jaringan yang aktif tumbuh yang berada pada ujung tunas (batang) dan ujung akar.
- Metabolisme**, suatu proses pemecahan senyawa kompleks dalam sel hidup (katabolisme), sehingga energi diperoleh untuk kebutuhan hidup (aktivitas) dan pembentukan senyawa baru (anabolisme).
- Morfogenesis**, proses terbentuknya bentuk atau struktur tertentu dari organ tanaman.
- Mutasi**, perubahan genetik atau perubahan individu keturunan.
- Offspring**, atau sering pula disebut **progeny**, adalah generasi suatu turunan hasil perbanyakan suatu tanaman.
- Organ**, bagian dari tanaman yang mempunyai fungsi khusus seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan sebagainya.
- Organogenesis**, proses pembentukan organ.
- Pemangkasan**, atau *pruning* diartikan sebagai tindakan pemotongan bagian-bagian tanaman yang tidak dikehendaki dengan harapan nantinya tanaman tersebut akan tumbuh dan berkembang lebih baik dan sesuai dengan keinginan.

- Penipisan** atau *thinning out* merupakan tindakan membuang secara total cabang-cabang sehingga yang tersisa hanya cabang pokok atau cabang lateral saja. **Pemancungan** atau *heading back* merupakan teknik pemangkasan dengan memotong atau membuang bagian ujung suatu cabang hingga tersisa satu tunas cabang.
- Pematangan** (*maturation*) merupakan istilah suatu kejadian tahap akhir dari pertumbuhan dan pada saat itu kematangan fisiologis optimal jaringan telah tercapai, dan sebagai tahap awal pemasakan.
- Pemasakan** (*ripening*) merupakan istilah dari suatu kejadian tahap akhir pematangan dan menjadi tahap awal senesen. Pada saat ini, komoditi panen seperti buah telah memiliki rasa enak untuk dikonsumsi.
- Perkecambahan**, proses selama kejadian sejak biji menyerap air dan kemudian diikuti oleh munculnya radikel (bakal akar) dari kulit biji.
- Primordia**, sekelompok sel yang telah mulai berkembang menjadi organ.
- Regenerasi**, proses pembentukan organ-organ dari suatu eksplant yang digunakan dalam kultur in-vitro, atau proses pembentukan organ tanaman yang awalnya belum ada sehingga bagian tanaman tersebut berkembang menjadi tanaman lengkap, seperti pada stek, cangkok dan sebagainya.
- Rejuvenilisasi**, proses membuat suatu jaringan yang dewasa menjadi jaringan dengan sifat-sifat juvenil (aktif membelah).
- Reproduksi Aseksual** (Asexual Reproduction), produksi tanaman baru tanpa penggabungan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Sedangkan bila produksi atau perbanyakan tanaman dengan melibatkan proses meiosis dan penyerbukan yang kemudian dilanjutkan dengan pembuahan di dalam suatu bunga dan menghasilkan biji yang di dalamnya terdapat embrio, adalah merupakan **Reproduksi Seksual**.
- Ruas batang** (internode), merupakan bagian batang yang berada di antara dua buku dari suatu batang tanaman. **Node** (buku), adalah tempat duduknya daun pada batang.
- Senesen**, penuaan fisiologis sehingga suatu organ (organisme)

menjadi rusak. **Senesen** merupakan suatu periode yang terjadi bilamana sintesis memberi peluang bagi terjadinya pembongkaran (*degradation*). Proses ini dikatakan juga sebagai proses penuaan (*ageing*) dan akhirnya terjadi kematian jaringan bersangkutan. Senesen merupakan proses perkembangan yang aktif dikendalikan secara genetic yaitu pembongkaran dan translokasi struktur sel dan makroselulair dan kemudian digunakan untuk aktivitas kehidupan sel atau jaringan di sekitarnya (pada komoditi panen) atau ke jaringan/organ yang memerlukan (masih aktif tumbuh dan berkembang).

Shoot Tip (*shoot apex*), ujung pucuk bak terminal maupun lateral yang terdiri dari meristem beberapa lembar primordial daun dan 1-2 lembar daun muda.

Sigmoid (kurva sigmoid), suatu kurva berbentuk S.

Sitokinin (cytokinin), salah satu golongan atau kelompok zat pengatur tumbuh baik yang alamiah maupun sintetik, yang terlibat dalam beberapa aktivitas seperti pembelahan sel, inisiasi organ, pemecahan dormansi, dan beberapa aktivitas lainnya.

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

Totipotensi (*total genetic potential*), kemampuan sel atau jaringan untuk tumbuh dan berkembang seperti zigot karena memiliki susunan genetic yang sama.

Tunas Aksilar (Axillary Bud), tunas-tunas yang tumbuh dan berkembang di ketiak daun.

Tunas, struktur rudimenter (dasar atau tidak sempurna) dari jaringan meristematik yang memiliki potensi untuk tumbuh dan berkembang menjadi struktur vegetatif, reproduktif ataupun keduanya.

Variasi somaklonal, variasi-variasi atau keragaman tanaman yang diperoleh dalam populasi tanaman berasal dari sel-sel somatic tanaman (pembiasaan vegetatif tanaman).

Zat Pengatur Tumbuh (*Growth Regulator*), senyawa alami ataupun buatan yang pada konsentrasi rendah dapat mengatur dan

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