



Dr. Ir. Sholeh Avivi, MSi. merupakan putra pertama pengasuh Pondok Pesantren Putri El-Aniesah Kaliwates Jember dari pasangan KH. A. Fauzan Shofwan dan Ibu

Nyai Hj. Lilik Maslihah. Lahir di Lamongan pada tanggal 21 Juli 1969. Pendidikan Madrasah di MIN PGAN 6Th Jember (1982), SMP A. Wahid Hasyim Tebuireng Jombang (1985) dan SMAN 1 Jember (1988). Pendidikan S1 (1993), S2 (1995) dan S3 (2000), di selesaikan dari Institut Pertanian Bogor. Menikah dengan Nurul Muanasah SAg., dan di karunia 4 orang anak. Bidang riset yang di tekuni adalah Pemuliaan Tanaman dengan memanfaatkan Bioteknologi Rekayasa Genetika. Penelitian Disertasi menghasilkan tanaman transgenik tembakau dan kacang tanah yang mengandung gen PStV. Sebagian penelitian Disertasi di kerjakan penulis di Queensland Agricultural Biotechnology Centre, Universty of Queensland, Australia pada tahun 1998. Penulis di terima mengabdikan di Program Studi Agronomi Fakultas pertanian Universitas Jember pada tahun 2000. Minat meneliti bidang Rekayasa Genetika lebih intens di lakukan saat bergabung di Center for Development of Advances Sciences and Technology (CDAST) UNEJ, meneliti tebu toleran genangan (Grant Kemenristek DIKTI 2014-2016) dan singkong toleran cekaman air (Grant Kemenristek DIKTI 2016-2018).

“Training on The Development and Implementation of Genome Editing in Plant” di selesaikan penulis pada tahun 2018 di Gyeongsang National University (GNU), Korea Selatan. Mulai tahun 2019 dengan memanfaatkan teknologi Genom Editing penulis meneliti tomat tinggi sucrose (Grant Penguatan Program IDB, 2019) bekerjasama dengan Prof. Jae-Yean Kim, GNU. Jabatan penulis di mulai dari menjadi ketua Center for Bisafety (C-Bios) tahun 2002-2005, ketua lab Genetika dan Pemuliaan tanaman pada tahun 2005-2006, di lanjutkan menjadi sekretaris PS Magister Agronomi tahun 2007-2008. Saat ini penulis di percaya memegang amanah menjadi Sekretaris Lembaga Pengembangan Pembelajaran dan Penjaminan Mutu (LP3M) UNEJ sejak tahun 2017. Buku “Membangun Negeri dengan Singkong (Building The Country With Cassava)” selesai tahun 2018. Buku “Bioteknologi-Rekayasa Genetika Tanaman” dan Buku “Pemuliaan Tanaman: Aplikasi dan Prospek” diselesaikan pada tahun 2019. Buku Teks “Wawasan Lingkungan dan Pertanian Industrial”, Buku Teks “Rekayasa Gen dan Bioinformatika”, Buku Monograf “Rekombinasi DNA Transformasi Gen Metode Agrobacterium dan Bombardment”, dan Buku Monograf “Genom Editing Analisa DNA & Protein” diselesaikan pada tahun 2020. Buku Teks Fisiologi Benih Tanaman Perkebunan, Buku Teks “Fisiologi & Metabolisme Benih” dan Buku Teks “Bioinformatika & Biostatistika Manfaatnya dalam Penelitian Bioteknologi” diselesaikan pada tahun 2021.

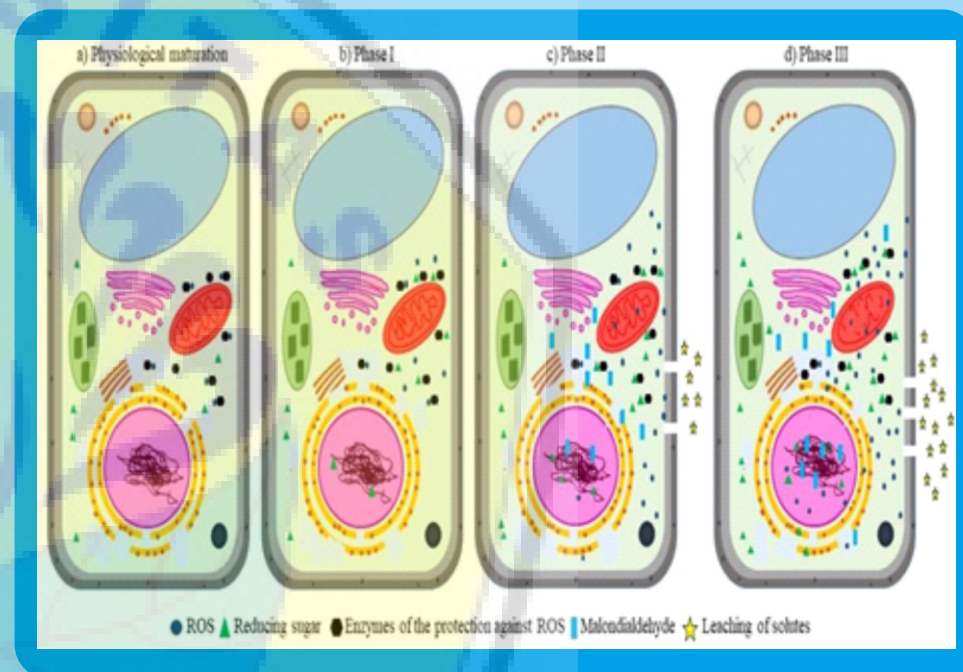
Anggota APPTI No. 002.115.1.05.2020

Anggota IKAPI No. 127/JTI/2018

Jember University Press
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121
Telp. 0331-330224, psw. 0319
E-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id



Sholeh Avivi
Denna Eriani Munandar, dkk



Fase Kemunduran Benih (Ebone et al., 2019)

BUKU TEKS

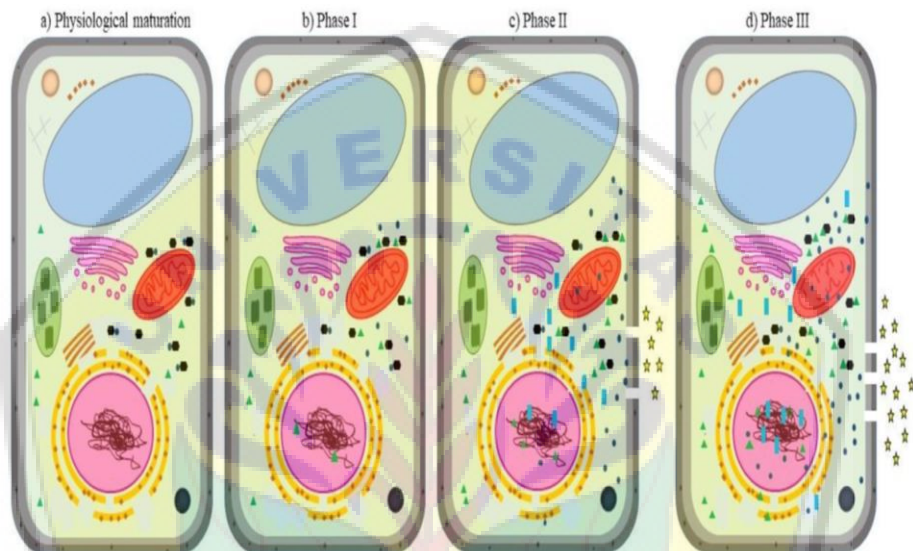
FISIOLOGI & METABOLISME BENIH



Membangun Generasi
Menuju Insan Berprestasi

BUKU TEKS

FISIOLOGI & METABOLISME BENIH



● ROS ▲ Reducing sugar ● Enzymes of the protection against ROS ▮ Malondialdehyde ★ Leaching of solutes

Fase Kemunduran Benih (Ebene et al., 2019).

Sholeh Avivi
Denna Eriani Munandar, dkk

**UPT PENERBITAN DAN PERCETAKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2021

FISIOLOGI & METABOLISME BENIH

Penulis:

Sholeh Avivi
Denna Eriani Munandar
Febery Hery Suandana
Marcus dos Santos Soares
Farchan Mushaf Al Ramadhani
Dwika Nano Hariyanto
Ahimsa Zulfikar Aulia Rimalkahfi
Veronenci Yuliarbi Farlisa
Zaiyin Rizky Ageng Maulidia
Viki Bayu Wibisono
Moh. Syahrul Munir
Isfi Roni Rohman

Desain Sampul dan Tata Letak

Risky Fahriza, M. Arifin, M. Hosim

ISBN: 978-623-6039-21-2

Penerbit: UPT Percetakan & Penerbitan Universitas Jember

Redaksi:

Jl. Kalimantan 37, Jember 68121, Telp. 0331-330224, Voip. 00319
e-mail: upt-penerbitan@unej.ac.id

Distributor Tunggal:

UNEJ Press, Jl. Kalimantan 37, Jember 68121,
Telp. 0331-330224, Voip. 0319; *e-mail:* upt-penerbitan@unej.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang memperbanyak tanpa ijin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, *photoprint*, maupun *microfilm*.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan ijin-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku dengan judul “Fisiologi & Metabolisme Benih”. Buku ini dikategorikan sebagai buku teks yang disusun untuk memberikan pemahaman kepada pembaca mengenai fisiologi dan biologi anatomi benih, perkecambahan, serta tahapan-tahapan yang terjadi selama proses perkecambahan benih. Selain itu buku ini juga diharapkan dapat menjadi bahan rujukan bagi para pembaca. Penyajian buku teks ini diuraikan secara sistematis dengan disertai ilustrasi gambar dan table sehingga mempermudah pembaca untuk mempelajari dan memahaminya.

Pada kesempatan ini, penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung terwujudnya buku ini, terutama kepada:

1. Rektor dan segenap pimpinan Universitas Jember
2. Segenap civitas akademika LP3M & Program Studi Magister Agronomi Pascasarjana Universitas Jember.
3. UPT Percetakan Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan buku ini, untuk itu penulis mengharap saran serta masukan sebagai perbaikan. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dan bagi penulis pada khususnya.

Jember, Januari 2021

Penulis

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohiim, dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang, Alhamdulillah segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah kepada baginda Nabi Muhammad SAW. Atas anugerah luar biasa berupa nikmat, rahmat dan hidayah Allah, Buku Teks Fisiologi dan Metabolisme Benih ini dapat penulis selesaikan. Buku ini disusun untuk memberikan pemahaman kepada pembaca mengenai fisiologi dan metabolisme benih, perkecambahan, serta tahapan-tahapan yang terjadi selama proses perkecambahan benih yang dikumpulkan dari berbagai jurnal.

Buku teks ini terdiri dari 7 (tujuh) bab yang diawali dengan Fisiologi Benih dan Bibit pada Bab 1, Biologi (Struktur & Fungsi) pada Bab 2, Fisiologi Pembentukan & Perkembangan Biji pada Bab 3, serta Fisiologi Perkecambahan dan Dormansi Biji pada Bab 4 dan Bab 5. Pada bagian selanjutnya membahas terkait Fisiologi Priming Benih Bab 6 dan Produksi Benih Hibrida dan Non Hibrida di Bab 7.

Buku ini ditulis menggunakan sumber referensi terutama jurnal ilmiah sebagai rujukan yang memiliki keterbaruan informasi sehingga menjadikannya sebagai kelebihan. Namun karena teknologi dan ilmu pengetahuan bersifat dinamis, tidak menutup kemungkinan akan terdapat perbedaan isi dan informasi dalam beberapa dekade kedepan. Mudah-mudahan buku ini memberikan manfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.

Jember, Januari 2021

Dr. Ir. Sholeh Avivi, M.Si.



DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1.	1
FISIOLOGI PASCA PANEN BENIH & BIBIT	1
1.2 Fisiologi Benih/Biji.....	2
1.3. Fisiologi Bibit Tanam Vegetatif.....	13
1.4. Fisiologi Pasca Panen Benih.....	23
1.5 Kesimpulan	32
1.6 DAFTAR PUSTAKA	33
BAB 2	37
BIOLOGI BENIH (STRUKTUR & FUNGSI)	37
2.1 Pendahuluan.....	37
2.2 Struktur Biji.....	37
2.3 Fungsi Biji.....	44
2.4. Pengelompokan Benih atau Biji.....	51
2.5 Kesimpulan	55
2.6 Daftar Pustaka	56
BAB 3	57
FISIOLOGI PEMBENTUKAN & PERKEMBANGAN BIJI	57
3.2 Pembentukan Biji.....	59
3.3 Perkembangan Biji.....	66
3.4 Kesimpulan	73
3.5 Daftar Pustaka	74

BAB 4	77
FISIOLOGI PROSES PERKECAMBAHAN BENIH	77
4.1 Pendahuluan.....	77
4.2. Fisiologi Perkecambahan Benih	79
4.3. Tahap Perkecambahan Benih	83
4.4. Tipe Perkecambahan.....	90
4.5. Faktor Perkecambahan Benih.....	93
4.6. Kesimpulan.....	98
4.7. Daftar Pustaka.....	99
BAB 5	103
FISIOLOGI DORMANSI BIJI DAN ORGAN VEGETATIF DAN PEMATAHAN DORMANSI.....	103
5.1 Pendahuluan.....	103
5.2 Dormansi.....	104
5.3 Penyebab Berlangsungnya Dormansi	105
5.4 Macam-macam Dormansi.....	109
5.5 Mekanisme Dormansi	113
5.6 Pematahan Dormansi	114
5.7 Dormansi Pada Organ Vegetatif Tanaman	116
5.8 Kesimpulan	124
5.9 Daftar Pustaka.....	125
BAB 6	128
FISIOLOGI PRIMING BENIH.....	128
6.1 Pendahuluan.....	128
6.2 Hydropriming.....	129
6.3 Osmopriming	133
6.4 Hormopriming	137
6.5 Halopriming	138
6.6 Biopriming	141
6.7 Solid Matrix Priming	144
6.8 Kesimpulan	146
6.9 Daftar Pustaka.....	147
BAB 7.	149
PRODUKSI BENIH (BIJI) HIBRIDA DAN NON HIRIDA	149
7.1 Pendahuluan.....	149
7.2 Benih Generatif.....	150

7.3 Benih Hibrida dan Benih Non Hibrida.....	152
7.4 Prosedur Pembentukan Benih Generatif	156
7.5 Mutu Benih	170
7.6 Kesimpulan	172
7.7 Daftar Pustaka	173
DAFTAR ISTILAH/GLOSARIUM	174
INDEKS	174
BIOGRAFI PENULIS 1.....	174
BIOGRAFI PENULIS 2.....	174
BIOGRAFI PENULIS 3.....	174
BIOGRAFI PENULIS 4.....	174
BIOGRAFI PENULIS 5.....	174
BIOGRAFI PENULIS 6.....	174
BIOGRAFI PENULIS 7.....	174
BIOGRAFI PENULIS 8.....	174
BIOGRAFI PENULIS 9.....	174
BIOGRAFI PENULIS 10.....	174
BIOGRAFI PENULIS 11.....	174
BIOGRAFI PENULIS 12.....	174

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Ilustrasi perubahan level sintesis metabolit pada benih melalui jalur metabolisme tiga organel sel (plastida, mitokondria, dan glyoxysomes) (Fait et al., 2006).	4
Gambar 1.2 Proses metabolisme fisiologi benih dengan mendegradasi pati contohnya pada perkecambahan benih sereal melalui amilase dan glukosa bebas dan terdapat dua jalur sintesis putresin (Domergue et al. 2019).	6
Gambar 1.3 Fase kemunduran benih. (Ebone et al., 2019).	10
Gambar 1.4 Kurva pertumbuhan perkecambahan benih/biji dengan kerusakan atau deteriorasi benih (Marcos-Filho 2015).....	13
Gambar 1.5 Pemberian hormon dan konsentrasi yang berbeda pada perakaran pencangkakan (Agustiansyah et al. 2018).....	17
Gambar 1.6. Gambar 1. 6 Okulasi yang dilakukan 3 kali pada tanaman bibit karet (Admojo and Prasetyo 2019).....	19
Gambar 1.7 Grafik hasil pengamatan lama penyimpanan terhadap panjang tunas (Thalib 2019).....	20
Gambar 1.8 Proses keseimbangan oksigen dalam biji/ benih (Borisjuk and Rolletschek 2009).	24
Gambar 2.1 Struktur Biji Dikotil dan Monokotil (https:// rumushitung.com/2019/07/22/tumbuhan-dikotil-dan-monokotil/)	39
Gambar 2.2 Perkembangan biji pada angiospermae (Bareke, 2018).	41
Gambar 2.3 Perkembangan Biji Sejalan dengan Perkembangan Buah (https://www.researchgate.net/figure/Schematic-representation-of-seed-development-in-Arabidopsis-Diagrams-of-an-unfertilized_fig2_272077998).....	42

Digital Repository Universitas Jember

Gambar 2.4 Fungsi Biji Sebagai Tempat Embrio (https://www.sciencefacts.net/parts-of-a-seed.html).....	43
Gambar 2.5 Lapisan Kulit Pada Biji Yang Serupa dengan Mlinjo (https://brainly.in/question/9449480).....	46
Gambar 2.6 Hasil Gabah yang Diberikan Cekaman Suhu (Ridha, 2019). .	46
Gambar 2.7 Bagian Biji Menunjukkan Kotiledon Sebagai Cadangan Makanan (http://de-fairest.blogspot.com/2016/01/perkecambahan.html).....	48
Gambar 2.8 . Embrio Porang (Dewi dkk., 2015).....	49
Gambar 2.9 Embrio Kacang Tanah (https://www2.palomar.edu/users/warmstrong/ecoph8b.htm).	49
Gambar 2.10 Komponen Kimiawi Penyusun Biji Gandum (https://familyhealthchiropractic.com/gluten-intolerant-wheat-sensitive/anatomy-of-a-wheat-grain-fw/).....	51
Gambar 2.11 Contoh enam benih ortodoks (atas; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orthodox_tropical_seeds.jpg) dan kacang tanah (bawah; http://www.litbang.pertanian.go.id/info-teknologi/3986/).....	52
Gambar 2.12 Contoh Tanaman dengan Tipe Biji Rekalsitran adalah Kemiri (https://www.tokopedia.com/kondayoshop/buah-kemiri-hijau-segar-500-gram).....	53
Gambar 3.1 Gambar bunga dan arti bagiannya (https://kitchenuhmaykoosib.com/bagian-bagian-bunga/)	58
Gambar 3.2 Gambar kantung sari (http://slideplayer.com/slide/13326331).	60
Gambar 3.3 Proses mikrosporogenesis (https://blog.ruangguru.com/gametogenesis-pada-tumbuhan-berbiji).....	61
Gambar 3.4 Gambar polen (https://generasibiologi.com/2017/06/biologi-serbuk-sari-polen.html).	62

Gambar 3.5 Berbagai macam serbuk sari (https:// generasibiologi.com/2017/06/biologi-serbuk-sari-polen.html).	63
Gambar 3.6 Gambar gynoecium(https://en.wikipedia.org/wiki/Gynoecium).	64
Gambar 3.7 Proses Megasporogenesis (https://www.utakatikotak.com/kongkow/detail/16911/proses-pem-bentukan-pada-tumbuhan-berbiji-mikrosporogenesis-dan-makrosporogenesis).	66
Gambar 3.8 Variasi tahapan direct somatic embryogenesis pada <i>Nicotiana tabacum</i> . (Pathi et al., 2013)	67
Gambar 3.9 Embryogenesis Tanaman <i>Najas lacerate</i> . (https://books.google.co.id/books?id=oiOxmFUciVEC&pg=PA380&lpg=PA380&dq=Development+of+embryo+in+Najas+lacerata ...).....	69
Gambar 3.10 Perbandingan embryogenesis zigotik dan somatic pada tanaman dikotil dan monokotil. Atas: embrio di kelilingi oleh endosperm. Tengah: tahapan somatic embryogenesis tanaman dikotil. Bawah: tahapan somatic embryogenesis tanaman monokotil (Greer, 2005).	70
Gambar 3.11 . Proses Embryogenesis pada Tanaman Dikotil <i>Capsella bursa pastoris</i> (http://iwansanusai.blogspot.com/2012/06/embrio-monokotil-dan-dikotil.html).	71
Gambar 3.12 Embryogenesis pada <i>Gymnospermae</i> (https://www.lsciences.com/ag-genomics/understand-the-mechanisms-of-somatic-embryogenesis-for-gymnosperm-breeding-programs/).....	72
Gambar 4.1. Efek logam berat (heavy metal/HM) terhadap perkecambahan dan perkembangan bibit (Seneviratne, 2017)	80
Gambar 4.2 Proses imbibisi (masuknya air ke dalam biji) dan metabolisme biji selama proses perkecambahan (https:// torjafarmer.wordpress.com/2018/04/12/perkecambahan-germination/).....	83

Gambar 4.3 Peran hormon GA (Gibberellic Acid) dalam menghentikan dormansi biji dan perkecambahan biji (https:// www. edubio. info/2015/05/ fungsi- hormon- giberelin. html).	86
Gambar 4.4 Proses pemanjangan radikula dalam perkecambahan (https:// www. imhisyam. com/ 2019/06/ materi-biologi-sma-xii- perkecambahan.html).	88
Gambar 4.5 Perkecambahan benih epigeal, kotiledon terangkat keatas (https:// semestapengetahuan. wordpress. com/2017/03/26/ ..	91
Gambar 4.6 Perkecambahan benih hipogeal, kotiledon tidak terangkat (https:// semestapengetahuan. wordpress. com/2017/03/26/ pengertian- proses- serta- faktor- yang- mempengaruhi- per- kecambahan/).	93
Gambar 5.1 Interaksi hormonal selama regulasi pelepasan dormansi benih dan perkecambahan spesies model <i>Nicotiana</i> (a) dan <i>Brassica</i> (b) (Finch-Savage and Leubner-Metzger 2006).....	106
Gambar 5.2 Cekaman kekeringan merupakan faktor lingkungan yang kurang menguntungkan (http://biogen.litbang.pertanian.go. id/?p=56123).	110
Gambar 5.3 Cekaman genangan air merupakan faktor lingkungan yang kurang menguntungkan (http://biogen.litbang.pertanian.go. id/?p=63156).	111
Gambar 5.4 Cekaman salinitas merupakan faktor lingkungan yang kurang menguntungkan (https://www.salineagricultureworldwide. com/pertanian-salinasi).	111
Gambar 5.5 Transisi dalam siklus pertumbuhan-dormansi musiman di <i>Populus sp</i> (Rohde and Bhalerao 2007).	115
Gambar 5.6 Dormansi pada umbi kentang (Purnomo, Suedy, and Haryanti 2014).	118
Gambar 5.7 Dormansi pada benih bawang merah (Pujiati, Primiani, and L 2017).	122

Gambar 6.1 Hidropriming (https://www.growveg.com.au/guides/seed-priming-tips-for-vegetable-gardeners).....	129
Gambar 6.2 Perbedaan kurva hidrasi benih pada benih yang sudah dipriming dan yang tidak dipriming. (Benincasa, 2016).	130
Gambar 6.3 Osmopriming (https://www.slideserve.com/marcy/seed-enhancement-definition)	134
Gambar 6.4 Contoh GA3 dan asal salsilat yang ada di pasaran. (https://shopee.co.id/ZPT-Gibberelic-Acid-20-Tablet-Nufarm-Ga3-i.58570128.1400896243).	138
Gambar 6.5 Contoh benih tanpa menggunakan perlakuan dan dengan menggunakan treatment Halopriming (Manonmani, 2014). 139	
Gambar 6.6 Pengaruh NaCl dan KNO ₃ halopriming pada waktu perkecambahan rata-rata dan laju perkecambahan tomat cv. Biji Ace 55VF dalam kondisi normal (Mahmoud, 2015). ...	141
Gambar 6.7 Perbedaan padi dengan perlakuan Trichoderma dan tidak. (Reddy, 2012)	142
Gambar 6.8 Kemampuan perkecambahan pada komoditi kedelai. K= Kontrol, M= Priming, E= Bio-priming menggunakan EM-4, T= Bio-priming menggunakan Trichoderma Harzianum, ET= Bio-priming menggunakan EM-4 + Trichoderma harzianum. (Kurnia et al. 2016).	143
Gambar 6.9 Kajian respon dari serbuk gergaji, abu gosok, jerami padi yang digunakan pada cara matricconditioning dengan hasil daya berkecambah Jagung (Arief et al. 2018).	145
Gambar 6.10 Kajian respon dari serbuk gergaji, abu gosok, jerami padi yang digunakan pada cara matricconditioning dengan hasil daya keserempakan tumbuh Jagung (Arief et al. 2018).	145
Gambar 7.1 Pembentukan tanaman hibrida (Mahdi, 2013).	157

Gambar 7.2 Fenotipe tanaman Inbrida A, Inbrida B, dan tanaman Hibrida yang dihasilkan. (<https://slideplayer.info/slide/3157474/>) ... 158

Gambar 7.3 Skema Umur 50% berbunga beberapa Varietas Padi Hibrida (Wahyuni, dkk., 2017). 165

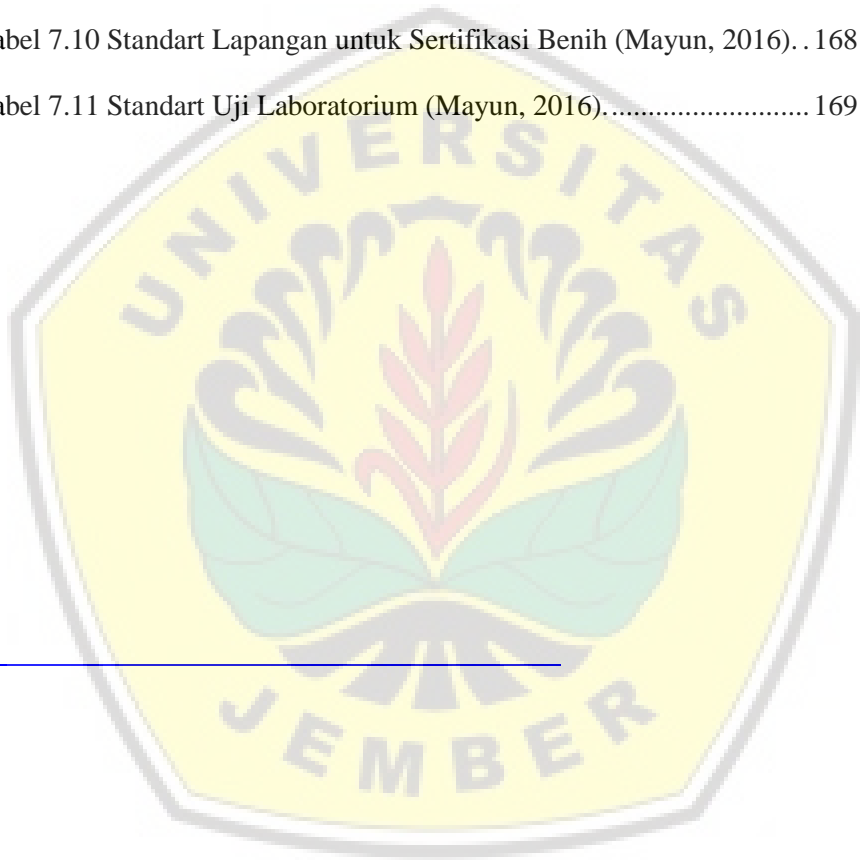
Gambar 7.4 Alur Produksi dan Distribusi Kelas Benih (Balitbangtan, 2017). 168



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perlakuan hormon pada stek tanaman miana terhadap panjang dan jumlah akar (Ningsih and Rohmawati 2019).....	16
Tabel 1.2 Pengaruh lama penyimpanan benih yang berpengaruh pada daya kecambah dan bobot butir benih (Nurmala, 2019).....	26
Tabel 6.1 Rekapitulasi sidik ragam perlakuan aksesi, hydropriming, aplikasi GA3 dan interaksinya terhadap beberapa peubah viabilitas benih (Herlina dan Aziz 2016).....	131
Tabel 6.2 Persentase berkecambah, kecepatan berkecambah dan keserampakan berkecambah benih kangkung darat (<i>Ipomoea reptans</i> Poir) pada perlakuan osmopriming benih (Latifa dan Diah, 2020).....	135
Tabel 7.1 Tanaman Jagung Hibrida Rakitan Balitbangtan (Mejaya dkk., 2017).....	152
Tabel 7.2 Karakteristik Morfologi Sekam, Malai, dan Rambut Jagung dari Galur Tetua Varietas Unggul Jagung Hibrida Rakitan Balitbangtan (Mejaya dkk., 2017).....	153
Tabel 7.3 Perbedaan antara Benih Hibrida dan Benih Non Hibrida (http://mauniapaitusyahyuti.blogspot.com/2017/01/varietas-padi-hibrida-vs-nonhibrida.html).	154
Tabel 7.4 Perbandingan Karakteristik Agronomis Beberapa Varietas Jagung (Bahtiar dkk., 2018).....	157
Tabel 7.5 Parameter Seleksi Pertanaman Produksi Benih Sumber Untuk Tanaman Jagung (Mejaya dkk., 2017).....	159
Tabel 7.6 Standart Mutu Benih Berdasarkan Kelas Benih (Mejaya dkk., 2017).....	160
Tabel 7.7 Potensi Produktivitas Benih Varietas Unggul Jagung Hibrida (Mejaya dkk., 2017).....	162

Tabel 7.8 Dampak Pemberian Giberelin terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Restorer dan CMS pada Tanaman Padi Hibrida. (Wahyuni dkk., 2017).....	163
Tabel 7.9 Selisih tinggi tanaman restorer dengan tanaman CMS Padi Hibrida dengan pemberian Giberelin dalam dosis yang berbeda (Wahyuni dkk., 2017).....	164
Tabel 7.10 Standart Lapangan untuk Sertifikasi Benih (Mayun, 2016)..	168
Tabel 7.11 Standart Uji Laboratorium (Mayun, 2016).....	169







BAB 1.

FISIOLOGI PASCA PANEN BENIH & BIBIT

1.1 Pendahuluan

Usaha dibidang pertanian tidak lepas dari bahan tanam yang akan digunakan oleh petani dalam usaha budidayakan tanaman, sehingga untuk menghasilkan produktivitas tinggi saat ini banyak inovasi yang dilakukan oleh para petani bahkan perusahaan di bidang pertanian seperti perusahaan benih. Peningkatan jumlah produktivitas tanaman dapat dilakukan dengan berbagai inovasi baru salah satu ketersediaan bahan tanam yang menghasilkan produktivitas hasil panen yang meningkat. Peningkatan hasil produktivitas dapat dilakukan dengan mengathui kondisi fisiologi dan morfologi bahan tanam seperti biji atau benih, agar benih yang dibudidayakan dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Upaya perbanyak tanaman dilakukan menggunakan bahan tanaman generative (benih) dan vegetative (bibit) untuk melanjutkan keberlangsungan keturunan tanaman, sehingga bahan tanam perlu dikaji untuk mempelajari proses kinerja bahan tanam yang bertujuan untuk memperbanyak tanaman. Bahan tanam vegetative merupakan bahan tanam yang berasal dari organ tanaman cabang, pucuk, akar, daun, batang. Perbanyak tanaman secara vegetative teknik perbanyak dengan cara stek, cangkok, okulasi, grafting (menyambung tunas) dan teknik kultur jaringan (Ningsih and Rohmawati 2019). Bahan tanam generatif adalah bahan tanam yang berasal dari dari biji, biji berasal dari hasil peleburan antara gamet jantan dan betina yang mengalami fertilisasi.

Benih/biji adalah embrio berupa saprofit diploid yang belum berkembang dari zigot dibagian benih /biji telah dikelilingi oleh jaringan

BAB 2

BIOLOGI BENIH (STRUKTUR & FUNGSI)

2.1 Pendahuluan

Budidaya pertanian selalu berkaitan erat dengan penyediaan bahan tanam yang berkualitas, sehingga diharapkan diperoleh hasil yang maksimal. Benih atau biji merupakan bahan tanam yang umum digunakan dalam dunia pertanian. Benih tanaman atau biji merupakan bagian dari tanaman yang secara fungsional digunakan sebagai bahan untuk memperbanyak tanaman, hal tersebut sesuai dengan menurut UU RI No. 12 tahun 1992.

Benih atau biji yang merupakan aspek penting dalam budidaya pertanian perlu untuk diperhatikan mutu atau kualitasnya, sehingga pengetahuan dalam pemilihan bibit atau biji berkualitas dapat dijadikan acuan bagi pelaku budidaya pertanian. Menurut Suhendra dkk. (2020), bibit yang baik merupakan modal keberhasilan pertumbuhan tanaman di lapangan karena mampu memproduksi secara optimal. Kualitas biji dapat juga ditentukan melalui struktur dari biji tersebut. Kondisi kulit biji keras contohnya, dapat berdampak pada air dan udara yang dibutuhkan pada proses perkecambahan sehingga tidak dapat masuk untuk berkecambah dan membutuhkan waktu yang lama. Selain itu kulit biji yang impermeabel juga berpengaruh menjadi mereduksi kandungan O_2 dalam benih sehingga dalam kondisi anaerobik terjadi sintesis zat penghambat tumbuh.

2.2 Struktur Biji

Biji atau benih dapat terbentuk sebagai akibat dari perkembangan bakal biji setelah terjadinya pembuahan. Biji atau benih memiliki struktur

BAB 3

FISIOLOGI PEMBENTUKAN & PERKEMBANGAN BIJI

3.1. Pendahuluan

Biji merupakan hasil pembuahan yang berasal dari bakal biji dan akan menjadi cikal bakal perkembangbiakan. Biasanya yang dikonsumsi manusia adalah biji yang tumbuhnya bagus dan tidak mengalami kecacatan, sedangkan untuk pakan hewan, biasanya dipilih biji yang kurang bagus dan kurang layak untuk dikonsumsi oleh manusia.

Secara agronomis biji diharapkan memiliki vigor yang tinggi sehingga mampu tumbuh menjadi tanaman yang nantinya memproduksi maksimum, namun banyak masalah lain yang biasa dihadapi oleh biji yaitu tidak serentakannya pemebaran bunga dalam satu tanaman. Dan pada akhirnya hal tersebut menjadi penyebab tidak bersamaannya masak fisiologis pada biji. Pembuahan bunga untuk membentuk biji disebut juga sebagai perkembangbiakan secara generative. Menurut Widjajati et al., (2013) pengukuran kualitas benih bisa dilihat dari seberapa besarnya viabilitas benih tersebut. Hal tersebut bisa dicek melalui daya kecambahnya melalui uji daya kecambah juga deteksi secara kimiawi.

Perbanyakan generative ialah system perbanyakan atau perkembangbiakan tanaman/tumbuhan melalui biji. Penyerbukan merupakan langkah awal dari proses ini. Lalu terjadi pembelahan inti generative menjadi dua sel gamet jantan (dua sel sperma). Satu dari sperma tersebut akan melakukan pembuahan terhadap satu sel gamet betina (sel telur) yang nantinya akan menghasilkan sebuah zygot. Sedangkan sel sperma yang lainnya akan mengalami fusi atau penyatuan dengan dua buah inti sel yang ada di bagian tengah kantong embryo, yang nantinya akan menghasilkan terbentuknya endosperm. Fertilisasi ganda merupakan sebuah proses dimana terdapat dua buah sel jantan atau sperma

BAB 4

FISIOLOGI PROSES PERKECAMBAHAN BENIH

4.1 Pendahuluan

Dalam dunia pertanian, penanganan dan persiapan akan bahan tanam yang baik sangat menentukan hasil dan produksi yang didapatkan. Bahan tanam yang baik akan memberikan hasil yang tinggi, tentunya dengan didukung oleh faktor-faktor produksi yang juga dioptimalkan. Begitu pentingnya sebuah bahan tanam dalam dunia pertanian sehingga penting untuk memahami karakter bahan tanam yang baik, dengan demikian diharapkan pemulia tanaman dapat memilih dan menentukan bahan tanam yang unggul. Dengan menggunakan bahan tanam yang unggul, pemulia akan cenderung menghemat biaya produksi melalui rendahnya input selama masa tanam, misal perawatan dan pengendalian.

Memahami sifat bahan tanam salah satunya diawali dengan memahami fisiologi proses perkecambahan benih. Berbekal dari hal tersebut, pemulia diharapkan dapat pula menentukan kategori dari tiap-tiap bahan tanam yang ada, sehingga dapat menentukan kebijakan secara tepat dan cermat sebagai awal menjalankan sistem pertanian. Dalam proses perkecambahan biji yang akan menjadi benih dan selanjutnya menjadi bibit, pemahaman fisiologi benih penting untuk dikuasai. Selama proses perkecambahan biji, terdapat berbagai macam tahapan yang kompleks didalamnya. Tahapan-tahapan tersebut meliputi proses biokimia dan sebagainya yang terjadi didalam biji.

Profil hormonal pada benih menunjukkan bahwa dormansi benih dimodulasi secara fisiologis, khususnya dengan peningkatan akumulasi asam absisat kandungan giberelin tetap konstan, relatif terhadap benih dari

BAB 5

FISIOLOGI DORMANSI BIJI DAN ORGAN VEGETATIF DAN PEMATAHAN DORMANSI

5.1 Pendahuluan

Benih yakni bahan yang digunakan sebagai bahan dasar pemeliharaan tanaman. Sebutan tersebut umumnya digunakan jika bahan dasar tersebut mempunyai ukuran lebih kecil dibandingkan ukuran hasil akhir. Pada budidaya tanaman, benih bisa berbentuk biji ataupun tanaman kecil hasil perbanyakan aseksual, perkecambahan ataupun pendederan serta dinyatakan pula dengan sebutan bahan tanam. Benih yang tidak berbentuk biji bisa dinyatakan juga dengan sebutan bibit. Benih diperjualbelikan bukan sebagai konsumsi.

Menurut (Yuningsih and Wahyuni 2015) dormansi yakni ciri khas benih yang diturunkan secara genetik dan merupakan faktor penting dalam perkecambahan benih dimana proses ini merupakan respon pada keadaan yang optimal maupun tidak optimal bagi benih, yang memicu terjadinya dormansi yakni sifat mekanis, keadaan fisik lingkungan, dan kimia. Di sejumlah jenis varietas tertentu, seluruh atau Sebagian biji menjadi dormansi pada saat pemanenan, yang mengakibatkan para petani tidak mengetahui cara untuk mematahkan benih dorman itu.

Keadaan benih istirahat (dorman) bisa dikatakan pengaruh awal sejak benih tersebut masak secara visual. Keadaan benih istirahat banyak

BAB 6

FISIOLOGI PRIMING BENIH

6.1 Pendahuluan

Priming merupakan suatu cara yang digunakan dalam memberikan perlakuan terhadap benih menggunakan larutan (osmotic priming), atau dengan menggunakan bahan padatan lembab (matriks priming). Dalam satu siklus hidup tanaman, perkecambahan menjadi suatu tahap yang kritis. Peningkatan stabilitas pertumbuhan dan produksi tanaman dapat dicapai dengan perbaikan pada tahap perkecambahan. Teknik *priming* merupakan salah satu upaya untuk melakukan perbaikan pada saat perkecambahan sehingga dapat meningkatkan produksi tanaman dan stabilitas pertumbuhan dan (Herlina dan Aziz 2016).

Sebagai kendala utama yang membatasi produksi tanaman di seluruh dunia, kekurangan air selama tahap perkecambahan mengakibatkan penurunan atau bahkan penghambatan total kemunculan bibit dan pembentukan tegakan. Di bawah tekanan kekeringan, perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit terhambat karena penurunan potensi air, yang mengakibatkan penurunan serapan air. Di antara berbagai strategi yang diadopsi untuk meningkatkan toleransi kekeringan tanaman, priming benih dianggap pendekatan yang mudah diterapkan, biaya rendah dan efektif. Berbagai jenis perawatan primer dicatat untuk meningkatkan toleransi kekeringan di banyak tanaman. Benih priming dengan asam askorbat, garam kalium memperbaiki kekeringan (Yan 2015).

Efek positif dari priming ini terkait dengan berbagai perbaikan metabolik dan fisiologis. Di antara mereka, mengaktifkan enzim pelindung, seperti SOD, POD, CAT dan akumulasi osmoprotektan, seperti prolin, gula larut dan protein larut adalah respon penghindaran stres yang khas. Aktivasi antioksidan enzimatis dapat mengurangi kerusakan

BAB 7.

PRODUKSI BENIH (BIJI) HIBRIDA DAN NON HIRIDA

7.1 Pendahuluan

Pengembangan tanaman pertanian selalu berkaitan erat dengan benih ataupun bibit. Keduanya adalah bagian dari tanaman yang menjadi sumber genetik tanaman induk. Adanya benih maupun bibit memudahkan manusia melakukan perbanyakan di berbagai wilayah sekaligus untuk memproduksi jenis tanaman tertentu. Benih generatif tanaman adalah bagian tanaman yang berasal dari perkawinan sel gamet jantan dan sel gamet betina, yang kemudian dijadikan bahan tanaman untuk menghasilkan tanaman generasi berikutnya. Di dalam benih tersimpan kode genetik kedua tetuanya dan dapat diturunkan kepada keturunan berikutnya, masing-masing tetua akan memberikan 50% genetiknya sehingga sifat kedua tetua akan terekspresi juga pada fenotipe tanaman berikutnya. Berbeda dengan bahan tanam vegetatif yang didapatkan dari bagian tanaman satu tetua, sehingga sifatnya akan sama persis dengan tetuanya.

Pada awalnya benih tanaman didapatkan dari perkawinan tanaman sejenis secara alami maupun dengan bantuan manusia dengan teknik yang sederhana. Pada beberapa tahun yang lalu, petani menyisakan sebagian biji dari pertanaman musim sebelumnya untuk dijadikan benih di musim tanam berikutnya, hal tersebut terus terjadi hingga beberapa musim. Namun, dari proses tersebut seringkali tidak dilakukan kawin silang atau perbaikan sifat genetik. Benih yang berasal dari persarian bebas kebanyakan adalah persilangan sendiri (*selfing*) dengan tanaman yang sama sehingga dari waktu ke waktu dapat menunjukkan penurunan produktivitas tanaman. Hal ini dikarenakan adanya penyerbukan sendiri dari tanaman sejenis secara terus menerus akan menimbulkan *inbreeding depression*. *Inbreeding depression* menyebabkan penurunan sifat unggul sehingga lambat laun

DAFTAR ISTILAH/GLOSARIUM

- Angiospermae : Tanaman biji tertutup
- Anther : Kepala Sari, bagian dari bunga yang memiliki sel gamet jantan
- Asam Absisat (ABA) : Molekul seskuiterpenoid yang merupakan salah satu hormon tumbuhan.
- Benih Hibrida : Keturunan pertama (F1) dari perkawinan antar tetua inbrida.
- Berdiferensiasi : Proses dimana sel akan berubah menjad bentuk lain menjadi lebih khusus dengan fungsi tertentu.
- Biopriming* : Cara *priming* perlakuan benih yang dikombinasikan melalui pemberian agen hayati bertujuan memberi hasil positif dari kualitas perkecambahan.
- Biosintesis : Proses kompleks sintesa biologi yang terjadi pada organisme hidup.
- Bulbus : Sejenis umbi yang bentuknya berasal dari tumpukan (pangkal) daun yang tersusun rapat pada format roset.
- Carpel : Putik, bagian bunga yang menyimpan sel gamet betina
- Deteriorasi : Kemunduran benih. Penurunan kualitas dan mutu benih

- Dikotil : Tumbuhan yang mempunyai biji berkeping ganda
- DNA : Merupakan kode genetik yang menentukan sifat organisme hidup. Tersusun dari basa nitrogen Adenin, Timin, Citocin dan Guanin
- Dormansi : Merupakan kondisi benih yang seperti diam, proses metabolisme nya berlangsung sangat lambat atau berhenti tumbuh.
- Embrio : Bakal organisme yang berkembang biak dengan cara seksual, dan pada organisme eukariota diploid multisel, embrio terbentuk pada tahap paling awal dari perkembangan.
- Endofit : Jenis mikroorganisme didalam sebuah tumbuhan yang keberadaanya bersimbiosis dengan tanaman tersebut dan menghasilkan metabolit sekunder.
- Endosperm : Bagian dari biji tanaman berbunga, dimana endosperm merupakan hasil dari pembuahan berganda selain embrio. Cadangan makanan dalam biji yang bersifat triploid
- Enzim : Sebuah protein yang terdapat didalam organisme dengan peran khusus dalam metabolisme sel.
- Epigeal : Istilah botani yang menunjukkan bahwa perkecambahan tanaman terjadi di atas tanah. Kotiledon muncul di atas tanah
- Galur : Kelompok tanaman yang memiliki keseragaman genetik (homozigot).

- Galur Mandul : Galur yang memiliki tepung sari mandul atau Jantan (CMS)/ A tidak dapat membuahi.
- Galur Pelestari atau *maintainer* (B) : Tetua betina yang akan dikawinkan dengan galur A sebagai sumber tepung sari untuk produksi benih galur CMS.
- Galur Pemulih Kesuburan (*Restorer*)/ R : Tetua jantan yang berasal dari inbrida homozigot yang memiliki kemampuan memulihkan kesuburan tepung sari galur A.
- Genetik : Unit pewarisan sifat bagi organisme makhluk hidup, baik tumbuhan, hewan maupun manusia.
- Giberelin (GA), : Salah satu jenis hormon pertumbuhan pada tanaman.
- Grafting : Teknik penyatuan antara dua bagian tanaman berbeda menjadi satu individu tanaman yang bergabung menjadi satu dan terbentuk individu baru
- Halopriming* : Perendaman benih dalam larutan garam inorganik.
- Hipogeal : Merupakan jenis perkecambahan yang dicirikan dengan keberadaan kotiledon tetap berada dibawah permukaan tanah.
- Hydropriming* : Proses hidrasi-dehidrasi pada benih yang dilakukan menggunakan teknik merendam kedalam wadah yang berisi air saat berlangsungnya mekanisme metabolik menjelang perkecambahan.

- Imbibisi : Proses meresapnya air kedalam ruang interseuler dalam benih.
- Inhibitor : Penghambatan reaksi kimia oleh sebuah zat.
- Kormus : Tubuh tumbuhan yang hanya dimiliki oleh *Pteridophyta* serta *Spermatophyta*. Karena hal ini ahli tumbuhan sementara ini meletakkan kedua jenis tanaman itu pada satu kelompok yang dikenal dengan sebutan yakni *Cormophyta*.
- Kotiledon : Salah satu organ pada benih yang berperan sebagai bakal penyimpan karbohidrat cadangan makan benih.
- Kultur Jaringan : Teknik perbanyak tanaman secara vegetatif dengan menumbuhkan bagian tanaman pada media padat atau cair pada kondisi aseptik
- Malondialdehyde (MDA) : Senyawa organik dengan rumus $\text{CH}_2(\text{CHO})_2$.
- Materi Induk : Bagian tanaman yang digunakan untuk tetua jantan dan betina pada proses pembuatan benih
- Mitokondria : Organel dengan membran ganda yang ditemukan pada sebagian besar organisme eukariotik. Tempat berlangsungnya proses resoisasi sel.
- Monokotil : Tumbuhan yang mempunyai biji berkeping tunggal.
- Okulasi : Menempelnnya bagian mata tunas tanaman pada bagian batang muda bagi antar varietas atau spesies yang mempunyai kesamaan dan berbeda

- Osmopriming* : Teknik merendam biji selama periode tertentu dalam suatu larutan osmotikum seperti gula, PEG, dan lain-lainnya yang selanjutnya dikering anginkan sebelum ditanam.
- Pemeriksaan lapangan : Serangkaian evaluasi kondisi pertanaman benih di lapang dengan kesesuaian sifat morfologi tanaman yang standar.
- Pericarp : Lapisan dinding buah
- Perisperma : Bentuk lain dari jaringan nutrisi dalam biji keluarga tumbuhan tertentu
- Perkecambahan : Suatu tahap kritis pada siklus hidup tanaman dimana benih tanaman mulai tumbuh.
- Permeabel : Karakter membran pada sel yang dapat dilalui oleh zat cair.
- Pretreatment : Praperlakuan
- Priming* : Suatu cara yang digunakan dalam suatu treatment pendahuluan terhadap benih menggunakan media berupa larutan (osmotik-priming), dan dapat juga memakai media padatan lembab.
- Priming hormon : Perendaman benih dalam larutan hormon.
- Prolin : Merupakan salah satu asam amino dengan dua gugus samping
- Radikula : Merupakan calon akar pada pertumbuhan benih.

- Respirasi : Reaksi oksidasi reduksi yang terjadi pada seluruh sel hidup, saat proses respirasi berlangsung terdapat senyawa-senyawa yang melepaskan energy
- Sertifikasi Benih : Serangkaian proses pengujian untuk kepentingan penerbitan sertifikat benih bina.
- Skarifikasi : Perlakuan pada benih yang dilakukan untuk memotong masa dormansi benih.
- Solid Matrix Priming* : Suatu cara perlakuan benih dengan menginkubasi ke dalam bahan padat yang tidak mudah larut dengan air.
- Stek : Cara perbanyak tanaman dengan menggunakan bagian tanaman (akar, batang, daun dan tunas) dengan memotong bagian organ yang di hendaki bertujuan agar bagian-bagian eksplan membentuk akar dan menjadi tanaman baru
- Testa : Berbentuk selaput yang melindungi embrio tanaman berbiji serta mempunyai fungsi yakni sebagai kulit biji
- Tipe simpang : Tanaman atau benih yang memiliki karakteristik berbeda dengan deskripsi varietas yang ditetapkan oleh pemulia tanaman atau tidak seragam dengan tanaman yang lain.
- Varietas : Bagian dari suatu jenis tanaman yang memiliki ciri khas tertentu (pada umumnya diamati dari penampakan fenotipe tanaman) yang menjadi pembeda dengan tanaman lain yang sejenis.

- Viabilitas : Daya kecambah benih. Daya hidup benih pada kondisi lingkungan yang optimum dan suboptimum. Kemampuan benih menyelesaikan tahap-tahap pertumbuhan mulai dari imbibisi air untuk mulai berkecambah.
- Vigor : Kemampuan benih untuk berkecambah secara normal meskipun berada pada keadaan lingkungan suboptimum.
- Xantofil : Respon pertahanan tanaman terhadap cahaya.
- Zygot : Hasil dari proses peleburan antara sel gamet jantan dan betina



INDEKS

A

angiospermae, viii, 40, 41, 58, 62, 68
anther, 59, 61, 62
asam absisat (ABA), 85, 93, 95, 97

B

Bakteriofaga, 174, 177
Benih Hibrida, iv, xiv, 151, 153, 155,
157, 161, 173, 174
berdiferensiasi, 84
Biopriming, 128, 140, 141, 143, 145,
147
biosintesis, 6, 29, 80, 85, 86
Bootstrap, 176
bulbus, 104

C

carpel, 64
Cas9, 174
Chromatogram, 178

D

deteriorasi, viii, 9, 10, 11, 12, 13, 26, 32,
34, 131, 132, 171
dikotil, viii, x, 39, 45, 49, 70, 71, 91
DNA, 11, 29, 84, 88, 131, 132, 174
dormansi, xi, 2, 5, 38, 50, 55, 68, 76, 77,
83, 85, 86, 92, 95, 96, 97, 102, 103,
104, 105, 106, 107, 108, 109, 110,
112, 113, 114, 115, 116, 117, 118,
119, 120, 121, 122, 123

E

embrio, x, 1, 3, 4, 7, 21, 22, 32, 38, 39,
40, 44, 45, 49, 50, 54, 55, 58, 59, 66,
67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 81, 84,

89, 93, 95, 103, 104, 108, 110, 111,
113, 123, 175, 178
endofit, 79
endosperm, x, 3, 5, 25, 38, 44, 45, 48,
50, 55, 57, 58, 68, 70, 71, 73, 74, 93,
95, 105, 106, 135, 175
enzim, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 22, 24, 26, 29,
30, 47, 54, 79, 84, 86, 91, 93, 95,
113, 127, 131, 135, 136
epigeal, xi, 89, 90, 91, 92, 97

F

filogenetik, 176

G

Galur, xiv, 152, 155, 158, 160, 162, 175
galur mandul jantan, 153, 155, 162
galur pelestari atau *Maintainer*, 162
galur pemulih kesuburan, 153
genetik, 9, 44, 83, 102, 148, 149, 152,
153, 154, 155, 158, 159, 165, 169,
171, 174, 175
giberelin (GA), 95, 106
Grafting, 19, 34, 36, 175

H

Halopriming, xii, 128, 137, 138, 145,
147, 176
hipogeal, xi, 89, 91, 92, 97
Hydropriming, 128, 131, 145, 146, 176

I

imbibisi, x, 4, 5, 31, 43, 45, 80, 82, 83,
84, 86, 88, 91, 104, 106, 108, 114,
123, 128, 129, 145, 171, 178
Inhibitor, 95, 105, 176

K

kormus, 104
kotiledon, xi, 3, 38, 40, 44, 45, 48, 49,
55, 69, 70, 71, 89, 90, 91, 92, 94, 97,
176
Kultur Jaringan, 176, 187

M

Malondialdehyde (MDA), 176
Materi Induk, 176
mitokondria, viii, 4, 5, 8, 10, 25, 28, 30,
38, 88, 128, 131, 132
Monokotil, viii, 39, 69, 176

O

okulasi, 1, 14, 17, 18, 22, 32, 33
Osmopriming, xii, 128, 132, 133, 135,
136, 145, 146, 147, 177

P

Pemeriksaan lapangan, 177
Pericarp, 177
Perisperma, 177
Perkecambahan, iv, xi, 5, 6, 8, 27, 35, 56,
68, 77, 78, 81, 82, 83, 88, 89, 90, 91,
92, 94, 95, 97, 113, 131, 147, 177
Permeabel, 177
Pretreatment, 113, 177
Priming, iv, xii, 127, 128, 132, 134, 135,
136, 141, 142, 143, 145, 146, 147,
177
priming hormon, 136
prolin, 79, 127, 136

R

Radikula, 80, 177

Respirasi, 23, 25, 26, 177

S

Sertifikasi Benih, xv, 167, 177
Skarifikasi, 113, 177
Solid Matrix Priming, 128, 145
Stek, 14, 35, 178

T

Testa, 104, 178
tipe simpang, 159, 166
transgenik, 181

V

varietas, xiv, 17, 19, 102, 117, 149, 150,
153, 155, 156, 157, 161, 164, 165,
169, 177, 178, 183
viabilitas, xiv, 2, 7, 8, 9, 11, 27, 28, 30,
31, 32, 38, 54, 57, 77, 79, 81, 111,
130, 131, 141, 142, 143, 145, 160,
165, 169, 170, 171
vigor, 2, 7, 10, 11, 12, 25, 26, 27, 28, 30,
31, 32, 34, 38, 57, 95, 128, 130, 131,
133, 137, 141, 143, 145, 152, 158,
160, 169, 170, 171

X

Xantofil, 178

Z

Zygot, 69, 70, 178

BIOGRAFI PENULIS 1



Dr. Ir. Sholeh Avivi, MSi. merupakan putra pertama pengasuh Pondok Pesantren Putri El-Aniesah Kaliwates Jember dari pasangan KH. A. Fauzan Shofwan dan Ibu Nyai Hj. Lilik Maslihah. Lahir di Lamongan pada tanggal 21 Juli 1969. Pendidikan Madrasah di MIN PGAN 6Th Jember (1982), SMP A. Wahid Hasyim Tebuireng Jombang (1985) dan SMAN 1 Jember (1988). Pendidikan S1 (1993), S2 (1995) dan S3 (2000), di selesaikan dari Institut

Pertanian Bogor. Menikah dengan Nurul Muanasah SAg., dan di karuniai 4 orang anak. Bidang riset yang di tekuni adalah Pemuliaan Tanaman dengan memanfaatkan Bioteknologi Rekayasa Genetika. Penelitian Disertasi menghasilkan tanaman transgenik tembakau dan kacang tanah yang mengandung gen PStV. Sebagian penelitian Disertasi di kerjakan penulis di Queensland Agricultural Biotechnology Centre, Universty of Queensland, Australia pada tahun 1998. Penulis di terima mengabdikan di Program Studi Agronomi Fakultas pertanian Universitas Jember pada tahun 2000. Minat meneliti bidang Rekayasa Genetika lebih intens di lakukan saat bergabung di Center for Development of Advances Sciences and Technology (CDAST) UNEJ, meneliti tebu toleran genangan (Grant Kemenristek DIKTI 2014-2016) dan singkong toleran cekaman air (Grant Kemenristek DIKTI 2016-2018). “Training on The Development and Implementation of Genome Editing in Plant” di selesaikan penulis pada tahun 2018 di Gyeongsang National University (GNU), Korea Selatan. Mulai tahun 2019 dengan memanfaatkan teknologi Genom Editing penulis meneliti tomat tinggi sucrose (Grant Penguatan Program IDB, 2019) bekerjasama dengan Prof. Jae-Yean Kim, GNU. Jabatan penulis di mulai dari menjadi ketua Center for Bisafety (C-Bios) tahun 2002-2005, ketua lab Genetika dan Pemuliaan tanaman pada tahun 2005-2006, di lanjutkan menjadi sekretaris PS Magister Agronomi tahun 2007-2008. Saat ini penulis di percaya memegang amanah menjadi Sekretaris Lembaga Pengembangan Pembelajaran dan Penjaminan Mutu (LP3M) UNEJ sejak

tahun 2017. Buku “Membangun Negeri dengan Singkong (Building The Country With Cassava)” selesai tahun 2018. Buku “Bioteknologi-Rekayasa Genetika Tanaman” dan Buku “Pemuliaan Tanaman: Aplikasi dan Prospek” diselesaikan pada tahun 2019. Buku Teks “Wawasan Lingkungan dan Pertanian Industrial”, Buku Teks “Rekayasa Gen dan Bioinformatika”, Buku Monograf “Rekombinasi DNA Transformasi Gen Metode Agrobacterium dan Bombardment”, dan Buku Monograf “Genom Editing Analisa DNA & Protein” diselesaikan pada tahun 2020. Buku Teks “Fisiologi & Metabolisme Benih”, Buku Teks Fisiologi Benih Tanaman Perkebunan dan Buku Teks “Bioinformatika & Biostatistika Manfaatnya dalam Penelitian Bioteknologi” diselesaikan pada tahun 2021.

BIOGRAFI PENULIS 2



Dr. Ir. Denna Eriani Munandar, MP. Merupakan putra kedua dari pasangan H.Moch.Nur Aris Munandar dan Hj.Siti Fatimah Suryaning S. Lahir di Denpasar pada tanggal 9 April 1960. Pendidikan SDN Watesumpak, Trowulan Mojokerto (1972), SMPN II Mojokerto (1975), SMPPN Mojokerto (1979), Pendidikan S1 (1985) dan (1995) diselesaikan di Universitas Gadjah Mada, S3 (2010) diselesaikan di Univ.

Brawijaya. Menikah dengan Dr.Ir. Soetanto Abdoellah , SU., APU., dan dikaruai 2 orang anak. Bidang riset yang ditekuni adalah Inovasi Pengembangan Tanaman serta Teknologi dan Produksi Benih. Penelitian Diseretasi menghasilkan varietas jagung tahan cekaman kekeringan, berproduksi dan menghasilkan bioetanol tinggi. Penulis diterima mengabdikan sebagai dosen di Program Studi Agreonomi Fakultas pertanian Universitas Jember pada tahun 1988. Penelitian yang dihasilkan antara lain tentang: Perakitan Kedelai Toleran Cekaman Kekeringan (Grant Kemenristek DIKTI 2007), Pemanfaatan PGPR dalam Pupuk Organik Untuk Meningkatkan Kualitas dan Kuantitas Produksi Kedelai (Grant PHKA2 2007), Perakitan Varietas Unggul Kedelai Tahan Terhadap Bakteri Penyebab Penyakit Pustul Melalui Radiasi Sinar Gamma Co-60 (Grant

Kemenristek DIKTI, 2009), Potensi Bioetanol dan Laju Fotosintesis varietas Jagung Pada Cekaman Kekeringan (Grant Kemenristek DIKTI, 2010), Kajian Sosial Budaya dan Perekonomian Masyarakat di Perkebunan Kopi (Grant Penelitian Unggulan, 2013), Perakitan Tanaman Tebu Melalui Mutasi DNA Secara Kimiawi (Grant Kemenristek DIKTI/STRANAS, 2015), Optimasi Teknik Kultur Anther Padi Hitam Lokal Untuk Pengembangan Varietas Baru Padi Hitam haploid Ganda (Grant Kemenristek DIKTI/PDUPT 2018-2019), Screening Padi Beras Merah Unggul Toleran Kekeringan Hasil Mutasi Menggunakan Ethyl Methansulfonat (EMS) (Grant IDB, 2018, 2019, 2020), Pengembangan Varietas Jagung Lokal, Tahan Cekaman Kekeringan Ber Daya Hasil Dan Kualitas Biji Tinggi (Grant Hibah Keris 2018, 2019, 2020), Uji Kandungan Asam Organik Dan Kafein Beberapa Specialty Kopi Dari Unit Pengolahan Hasil Kelompok Tani Java Ijen Sukosari Bondowoso, dan Penelitian Kopi di Kawasan Lereng Gunung Hyang (Grant Hibah Keris 2018, 2019, 2020). Menulis buku : Kopi Besuki Raya (2014) dan Kopi Desa Klungkung Lereng Gunung Hyang (2020)

BIOGRAFI PENULIS 3



Febery Hery Suandana, merupakan putra pertama dari Bpk. Bohana dan Ibu Su'aidah. Lahir di Banyuwangi pada tanggal 04 Februari 1994. Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 02 Tamansuruh pada tahun 2001 sampai dengan tahun 2006. Menempuh jenjang pendidikan SLTP di Mts. Negeri 1 Banyuwangi pada tahun 2007 sampai dengan 2009. Menempuh jenjang pendidikan SLTA di SMK Negeri 1 Glagah pada tahun 2010 sampai dengan 2012. Sedangkan gelar sarjana, penulis dapatkan saat menyelesaikan studi di Universitas Negeri Jember pada tahun 2012 sampai dengan 2018. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan program pascasarjana di Universitas Negeri Jember (2019). Jurusan yang diambil dalam menempuh jenjang pascasarjana adalah

program studi Magister Agronomi. Penelitian jenjang sarjana yang telah diselesaikan yakni terkait respon ketahanan varietas kubis terhadap serangan hama *plutella xylostella* di kecamatan Tlogosari kabupaten Bondowoso. Selama menempuh studi, penulis mengikuti beberapa organisasi, baik didalam maupun diluar kampus, diantaranya : terpilih sebagai ketua jambore tingkat kecamatan pada tahun 2009, aktif sebagai pengurus 5 tahunan PBC (Program Banyuwangi Cerdas) tahun 2012/2013, Pengurus IMHPT (Ikatan Mahasiswa Hama Penyakit Tanaman) tahun 2014/2015 dan pernah menjadi Anggota PANAMA (Paguyuban Penanam Mangrove Jember) tahun 2015/2016.

BIOGRAFI PENULIS 4



Marcus dos Santos Soares, L.Agrn. merupakan putra kedua dari dua bersaudara, Anak dari Ayah Antonio Soares (Almarhum) dan Ibu Natalia dos Santos Soares (Almarhuma) Lahir di Daudere-Lautem, pada tanggal 29 September 1969. Pendidikan Sekolah Dasar Negeri I Moro-Lautem Tahun 1980 s/d 1985 (6 Tahun), SMP Negeri I Lospalos. 1985 s/d 1988 (3 Tahun), SPP Daerah TK I Maubisse-Timor Leste. Pendidikan S1 (1998 s/d 2007), di Universitas Negeri Timor Lorosa'e, sementara S2 baru masuk 2019/2020 di Universitas Jember (UNEJ). Menikah dengan Elvira Doutel Sarmiento Quintão dan di karuniai 4 orang putra, 1. Tito Quintão Soares (Almarhum), 2. Joãozito Soares, 3. Anastasio Soares dan 4. Maxibiano Soares Hóracio. Bidang riset yang di tekuni adalah dengan memanfaatkan di Area Perkebunan Produksi Tanaman Kopi, Penelitian yang di lakukan S1 adalah, Tata Letak Biji dan Media Tanam Terhadap Daya Kecambah Mangga Varietas Gadung (*Manggifera Indica*, L). Penulis di terima atau mengabdikan sebagai Pegawai Negeri Sipil di Dinas Perkebunan TK I Timor-Timur sebagai teknik lapangan yang menangani kopi dan kakao dari Tahun 1991 s/d 1999. Pada tahun 1999 Timor Leste terpisah dari Negara Kesatuan Republik Indonesia setelah memilih Merdeka, meneruskan

pengabdian sebagai Pegawai Negeri Sipil pada tahun 2006 di Direktorat jenderal Kehutanan dan Perkebunan di Directorat Perkebunan dan menangani di bidang perkebunan lebih khusus pada komodite Kopi. Penulis juga mendapat kepercayaan sebagai Kepala Bagian Reahabilitasi Kopi dan Perkebunan selama 6 Tahun yaitu dari 2014 s/d 2020. Pada tahun 2020 saya mendapat kesempatan untuk mengambil Program Study S2 di Universitas Jember (UNEJ). Fakultas Pertanian Jurusan Agronomi.

BIOGRAFI PENULIS 5



Farchan Mushaf Al Ramadhani, S. T. merupakan putra ketiga dari pasangan H. Nur Hasyim, S.Ag., M.H., M.Pd.I. dan Hj. Sringatun. Lahir di Jember pada tanggal 25 Januari 1997. Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 02 Wonosari (2009), SMP Negeri 02 Puger (2012) dan MA Negeri 02 Jember (2015). Pendidikan S1 di selesaikan oleh penulis di Universitas Jember tepatnya pada Fakulter Teknologi Pertanian Jurusan Teknik Pertanian dengan lulus di tahun 2019. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan S2 di Universitas Jember tepatnya pada Fakultas Pertanian Program Studi Magister Agronomi. Bidang riset yang ditekuni penulis ketika S1 adalah *Precision Agriculture*. Selama menempuh studi S1, penulis aktif pada beberapa organisasi internal di dalam perguruan tinggi, diantaranya yakni sebagai Kepala Departemen Pengabdian Masyarakat IMATEKTA (Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian) dan sebagai Anggota Komisi III Bidang Perundang-undangan BPM FTP (Badan Perwakilan Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian). Disamping itu, penulis aktif pula sebagai panitia pada beragam acara nasional seperti acara KONGRES IMATETANI XI (Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia) dan LKTIN (Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional) ICAEC (Imatekta Creative Agricultural Engineering Competition) pada tahun 2018 dan 2019. Selain mempunyai kesibukan menempuh pendidikan S2 saat ini, penulis juga menjalankan beberapa usaha kecil seperti budidaya lele konsumsi dan jasa penurunan persentase plagiasi (*Similarity Index*) maupun translate (Indonesia-Inggris-Arab) berbagai dokumen seperti

karya ilmiah, skripsi, tesis, disertasi, jurnal dan buku yang berbasis toko online di instagram yang beralamat di @siapkubantuin.

BIOGRAFI PENULIS 6



Dwika Nano Hariyanto, S. Tr. P. merupakan putra kedua dari pasangan Drs Sugianto dan Nanik Herawati. Lahir di Jember pada tanggal 05 Desember 1995. Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 01 Karangharjo (2008), SMP Negeri 01 Silo (2011) dan SMK Negeri 05 Jember (2014). Pendidikan S1 di selesaikan oleh penulis di Jurusan Pertanian Prodi Budidaya Tanaman Perkebunan dengan lulus pada tahun 2018. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan S2 di Universitas Jember tepatnya pada Fakultas Pertanian Program Studi Magister Agronomi. Bidang riset yang ditekuni penulis ketika S1 adalah *Pembibitan*. Selain mempunyai kesibukan menempuh pendidikan S2 saat ini, penulis juga melakukan kegiatan di pondok pesantren serta menanam tanaman hortikultura, dan menjalankan bisnis tanaman pertanian serta perkebunan di lahan sendiri untuk memenuhi biaya hidup.

BIOGRAFI PENULIS 7



Ahimsa Zulfikar Aulia Rimalkahfi S.P. merupakan anak pertama dari pasangan H. Sidi Alkahfi Setiawan SH. MH. dan HJ. dra. Siti Karimah Dahlan. Lahir di Jember pada tanggal 04 Maret 1994. Pernah mengenyam pendidikan di SD Kepatihan 02 Jember, SMP Negeri 1 Jember, SMA Negeri 2 Jember dan Berkuliah di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Selama menempuh jenjang S1 penulis aktif dalam beberapa organisasi internal juga dalam organisasi eksternal. Di bidang internal, penulis pernah

menjabat sebagai anggota divisi humas eksternal lalu sebagai Ketua Divisi Infokom (Informasi dan Komunikasi) FORKANO (Forum Komunikasi Agroekoteknologi) FP UB 2013-2014. Penulis juga pernah menjabat sebagai Sekretaris Umum HIMADATA (Himpunan Mahasiswa Budidaya Pertanian) FP UB pada tahun 2015. Untuk di level eksternal, penulis pernah menjabat sebagai Wakil Ketua Rayon PMII (Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia) pada tahun 2014-2015 dan juga sebagai anggota Waka Eksternal (Biro Hubungan dan Komunikasi Organ Gerakan) pada tahun 2015-2016. Setelah lulus Strata 1 dari Fakultas Pertanian, kegiatan penulis pada saat ini yaitu Kuliah S2 Program Studi Magister Fakultas Pertanian Universitas Jember.

BIOGRAFI PENULIS 8



Veronenci Yuliarbi Farlisa S.P. merupakan putri keempat dari pasangan Faruq Makki dan Kholisa. Lahir di Banyuwangi pada tanggal 03 Juli 1995. Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 03 Balak (2008), SMP Negeri 01 Rogojampi (2011) dan SMA Negeri 01 Rogojampi (2014). Pendidikan S1 di selesaikan oleh penulis di Jurusan Pertanian Prodi Agroteknologi lulus pada tahun 2018. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan S2 di Program Studi Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember. Bidang riset yang ditekuni penulis ketika S1 adalah Hama Penyakit Tanaman. Selain mempunyai kesibukan menempuh pendidikan S2 saat ini, penulis juga menjalankan usaha berjualan online, menulis artikel dan melakukan penelitian tentang *perbanyakan tanaman porang menggunakan metode kultur suspesi sel* di Laboratorium Kultur Jaringan, Fakultas Pertanian UNEJ.

BIOGRAFI PENULIS 9



Zaiyin Rizky Ageng Maulidia, S.P. lahir di Sidoarjo, 27 Agustus 1995, yang merupakan putri kedua dalam tiga bersaudara dari pasangan suami-istri Bapak H. Sokhiful M., S.Ag.MM dan Ibu Hj. Siti Maisaroh, S.Tr. Keb. Seluruh pendidikan dasar dan sekolah menengahnya ditempuh di Sidoarjo, berawal dari SDN Kemuning, SMPN 1 Tarik, dan SMAN 1 Tarik. Gelar sarjana didapatkan dari pendidikannya di Program Studi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember dari tahun 2014-2018. Selama menempuh pendidikan Sarjana, aktif mengajar sebagai asisten Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Fakultas Pertanian. Aktif dalam organisasi UKSM Panjalu di bidang Teater dan sebagai Pengurus bidang Hubungan Masyarakat periode 2016-2017, serta berperan aktif sebagai panitia di berbagai acara sebagai media untuk melatih *softskill* dan sosial bermasyarakat. Pernah mengikuti *International Seminar and Workshop of Plant Industry "Plant Improvement Through Molecular Approach"* sebagai Oral presenter. Setelah selesai mengerjakan tugas akhirnya yang berjudul "Pengaruh Jenis Auksin terhadap Pembentukan Kalus dan Regenerasi Tiga Varietas Padi Japonica", maka dinyatakan lulus pada tanggal 30 November 2018 dengan predikat "Sangat Memuaskan". Saat ini sedang menempuh pendidikan untuk gelar masternya di Program Studi Pascasarjana Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Kesehariannya banyak dihabiskan dalam kegiatan akademik di laboratorium khususnya di bidang kultur jaringan.

BIOGRAFI PENULIS 10



Viki Bayu Wibisono, SP. adalah putra pertama dari Bapak Purwanto dan Ibu Sri Utami, anak pertama dari 3 bersaudara. Lahir di Kabupaten Tulungagung 22 Maret 1997, namun di akta kelahiran ditulis kelahiran Kabupaten Nganjuk dikarenakan saat usia 1 tahun pindah domisili. Pendidikan sekolah dasar di SDN Kedungdowo (2003-2009), SMPN 4 Nganjuk (2009-2012), SMAN 3 Nganjuk (2012-2015). Pendidikan S1 di Universitas Jember Program Studi Agroteknologi. Saat buku ini ditulis, penulis sedang menempuh pendidikan S2 di Universitas Jember Program Studi Agronomi. Minat riset pada jenjang S1 yaitu Hama dan Penyakit Tumbuhan dan pada penelitian tugas akhir menekuni bidang pemetaan hama yaitu hama wereng batang coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) di Kabupaten Jember dan diselesaikan penulis pada bulan September 2019. Penelitian tersebut tergabung dalam Hibah Penelitian Kelompok Riset (KeRis) di Universitas Jember. Penulis pada tahun 2019 menjadi asisten laboratorium pada mata kuliah Pertanian Presisi. Mata kuliah tersebut fokus pada penggunaan media digital dan analog untuk pemantauan kegiatan pertanian dalam skala yang luas, contoh seperti penggunaan GPS dalam perkebunan dan pertanian yang dijalankan dalam lahan yang cukup luas.

BIOGRAFI PENULIS 11



Moh. Syahrul Munir, merupakan putra Tunggal pendiri dan pengasuh Yayasan Pesantren Putra-Putri An-Nur Wakhid dan ketua pengurus Pondok Pesantren Darus Sholah Tegalpare Wringinputih Kec. Muncar Kab. Banyuwangi dari pasangan Alm. Drs. Samsul Hadi S.Pd dan Ibu Lailatul Azizah S.Pd.I. Lahir di Banyuwangi pada tanggal 14 Agustus 1991. Pendidikan Madrasah di MIN Darus Sholah 6Th Muncar (2003), SMP Unggulan Bustanul Makmur Genteng (2006) dan SMAN 1 Purwoharjo

(2009). Pendidikan D3 Pertanian Politeknik Negeri Jember (2013), S1 Manajemen Ekonomi Al-Anwar (2016), D4 Pertanian Politeknik Negeri Jember (2018). Penulis pernah memiliki pengalaman bekerja di perusahaan Bumitama Agri Ltd Singapura anak perusahaan pertambangan nikel, bauksit, perkebunan dan pengolahan minyak CPO Harita Group Wilayah Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat sebagai Mandor Area Kalteng (2013), Kepala Mandor Kalteng (2014), Asisten Manager AQC Area 8A Kalbar (2014), Pjs Kepala Asistan Manager Region AQC Kalbar (2016). Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan Magister Agronomi Universitas Jember. Bidang riset yang ditekuni penulis ketika D3 dan D4 adalah *Perkebunan Kelapa Sawit*. Riset S1 adalah *Biaya Penjualan (Forecasting-Budgeting)* selain mempunyai kesibukan menempuh pendidikan S2 saat ini, penulis juga mengajar di Politeknik Negeri Jember Pertanian D3 dan D4 sebagai tenaga pengajar LB (Luar Biasa) mulai tahun 2017, menjalankan beberapa usaha kecil menciptakan passive income dengan take over lahan perkebunan kelapa, menjual panen dan kembali menjual lahan ketika perkiraan harga lahan naik lebih 250% di wilayah Muncar-Banyuwangi.

BIOGRAFI PENULIS 12



Isfi Roni Rohman, S. T. merupakan putra pertama dari pasangan Drs Sugianto dan Nanik Herawati. Lahir di Jember pada tanggal 06 Juni 1995. Pendidikan Sekolah Dasar di MI AL-Ikhlas (2007), SMP Negeri 1 Asembagus (2010) dan SMA Negeri 1 Asembagus (2013). Pendidikan S1 di selesaikan oleh penulis di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dengan lulus pada tahun 2018. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan S2 Magister Agronomi Pertanian Universitas Jember. Bidang riset yang ditekuni penulis ketika S1 adalah *Klimatologi*. Selain mempunyai kesibukan menempuh pendidikan S2 saat ini, penulis juga membudidayakan tanaman pangan.