

PENGARUH KONSENTRASI 2,4-D DAN MACAM EKSPLAN PADA
INDUKSI KALUS HANJELI (*Coix lacryma-jobi* L.) DALAM MEDIUM N6

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi



oleh

Fildzah Rizkiani Rusmana

NIM 1605005

PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2020

PENGARUH KONSENTRASI 2,4-D DAN MACAM EKSPLAN PADA
INDUKSI KALUS HANJELI (*Coix lacryma-jobi* L.) DALAM MEDIUM N6

Oleh

Fildzah Rizkiani Rusmana

Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Sains pada Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi Fakultas
Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Fildzah Rizkiani Rusmana 2020

Universitas Pendidikan Indonesia 2020

Agustus 2020

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

FILDZAH RIZKIANI RUSMANA

PENGARUH KONSENTRASI 2,4-D DAN MACAM EKSPAN PADA
INDUKSI KALUS HANJELI (*Coix lacryma-jobi* L.) DALAM MEDIUM N6

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Penibimbing I



Dr. R. Kusdianti, M.Si.

NIP. 196402261989032004

Pembimbing II

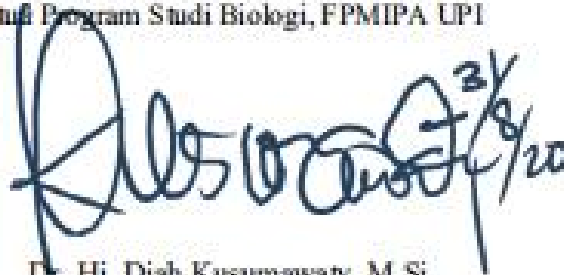


Dr. Hj. Sariwulan Diana, M.Si.

NIP. 196202111987032003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi, FPMIPA UPI



Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si.

NIP. 197008112001122001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi/tesis/disertasi dengan judul "Pengaruh Konsentrasi 2,4-D dan Macam Eksplan Pada Induksi Kalus Hanjeli (Coix lacryma-jobi L.) dalam Medium N6" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,



Fildzah Rizkiani Rusmana

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT., karena atas segala rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan skripsi yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi 2,4-D dan Macam Eksplan Pada Induksi Kalus Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) dalam Medium N6” dengan sebaik-baiknya.

Skripsi ini ditulis dan diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Departemen Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia. Keberhasilan dan kelancaran penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan yang penulis dapatkan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan menyampaikan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Kusdianti, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberi banyak ide, arahan, masukan, bimbingan, motivasi, perhatian, dukungan, dan semangat dari penyusunan proposal hingga pelaksanaan tugas akhir dan penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Hj. Sariwulan Diana, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak ide, arahan, masukan, bimbingan, motivasi, perhatian, dukungan, dan semangat dari penyusunan proposal hingga pelaksanaan tugas akhir dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si. selaku ketua Departemen Pendidikan Biologi yang selalu memberikan motivasi selama empat tahun di perkuliahan.
4. Ibu Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si. selaku ketua Program Studi Biologi FPMIPA UPI periode 2019-2024 yang selalu memberikan motivasi dan dukungan selama empat tahun di perkuliahan.
5. Ibu Dr. Hj. Any Fitriani, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasihat, dukungan, motivasi, dan arahan selama penulis menjalani perkuliahan.

6. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas segala ilmu, bimbingan, dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Bapak Pepen selaku laboran Laboratorium Kebun Botani FPMIPA UPI dan seluruh staf Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas segala ilmu, bimbingan, dan bantuannya dalam kelancaran penulis selama masa perkuliahan.
8. Terimakasih tak terhingga dari penulis untuk kedua orangtua tercinta, Bapak Ganda Rusmana dan Ibu Sri Rejeki yang selalu menjadi sumber motivasi dan semangat penulis, dan atas izin Allah SWT. senantiasa mencurahkan kasih sayang, doa, nasihat, dukungan moril dan materil tanpa pamrih dalam setiap keadaan baik dalam keadaan lapang maupun sempit.
9. Terimakasih yang amat besar juga penulis ucapkan untuk ketiga adik, Ajrina Rizkiananda Rusmana, Ghassan Rizki Rusmana, dan Rizki Handa Rusmana yang telah menjadi salah satu sumber semangat dan motivasi penulis dan untuk keluarga besar yang telah memberikan doa dan dukungannya.
10. Teman seperjuangan Intan Fitriani Gusdinar, Alifah Dhita R., Khoirunnisa Dwi L., Melya Puspitasari, Nurmeida Tri Rejeki, dan Dhea Lutvia yang menjadi teman berbagi segala hal, yang selalu mengingatkan, menguatkan, dan menemani disegala kondisi baik yang menyenangkan maupun kurang menyenangkan dari awal sampai berakhirnya masa studi.
11. Teman seperjuangan dan satu tim penelitian, Umairoh Nurfitriyani dan Siti Nurhalimah, juga teman-teman penelitian di Laboratorium Kultur Jaringan, Botani UPI, Noviana Putri, Ida Sayyidah H., dan Nurfazri Oktavia S yang telah berkomitmen dan saling menguatkan dari awal hingga akhir penelitian.
12. Kakak tingkat dan teman-teman Divisi Pengembangan Kreativitas BEM HMBF yang telah menjadi keluarga baru bagi penulis selama empat tahun masa perkuliahan dan atas doa, dukungan, dan semangat yang telah diberikan selama penyusunan skripsi ini.

13. Teman-teman kelompok KKN Kayuambon 4 atas bantuan, dukungan, dan doa yang telah diberikan selama penyusunan skripsi ini serta atas pengalaman dan semangat yang telah dibagi dari masa KKN sampai sekarang.
14. Teman-teman Biologi C 2016 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah kebersamai dalam segala kondisi suka maupun duka, susah maupun senang selama empat tahun perkuliahan.
15. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu dan atas doa yang diberikan selama penelitian.

Penulis berharap semoga Allah SWT. membalas segala kebaikan dan keikhlasan yang telah diberikan dengan hal terindah. Penulis menyadari bahwa dalam pemulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya kritik, saran dan usulan yang membangun dalam memperbaiki tugas akhir ini agar lebih bermanfaat di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan khususnya penulis dalam menambah wawasan di bidang Biologi. Aamiin.

Bandung, Agustus 2020

Penulis

Pengaruh Konsentrasi 2,4-D dan Macam Eksplan pada Induksi Kalus Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) dalam Medium N6

ABSTRAK

Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) adalah tanaman dari suku Poaceae yang memiliki potensi sebagai obat herbal. Kandungan fitokimia hanjeli telah banyak diteliti dari ekstraksi bagian tanamannya secara langsung. Pemanfaatan hanjeli dapat dimaksimalkan melalui teknik *in vitro*, yaitu induksi kalus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi kalus yang diinduksi dari daun dan pucuk *Coix lacryma-jobi* L. Eksplan yang digunakan adalah helaian daun, daun yang masih menggulung, dan pucuk *Coix lacryma-jobi* L. Eksplan dikultur dalam media dasar N6 dengan penambahan zat pengatur tumbuh 2,4-D konsentrasi 4 ppm, 4,5 ppm, dan 5 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eksplan helaian daun di seluruh konsentrasi 2,4-D hanya memberikan respons daun mengangkat namun tidak ada pembentukan kalus. Eksplan daun yang masih menggulung dan pucuk yang dikultur dalam media dasar N6 dengan penambahan konsentrasi 2,4-D sebanyak 5 ppm berhasil terinduksi menjadi kalus. Karakteristik dari kalus yang berhasil terinduksi adalah kalus memiliki warna putih dengan tekstur kompak. Pada bulan ke-5 setelah penanaman, kalus pada eksplan pucuk beregenerasi menjadi organ baru yang diduga adalah tunas. Kalus yang berhasil terinduksi pada penelitian ini sebanyak 3,33% pada eksplan daun yang masih menggulung dan 13,33% pada eksplan pucuk. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh 2,4-D secara tunggal dengan konsentrasi 4 ppm, 4,5 ppm, dan 5 ppm masih kurang optimum dalam menginduksi kalus dari tanaman hanjeli.

Kata Kunci : *Coix lacryma-jobi* L., daun dan pucuk hanjeli, induksi kalus, pengaruh zat pengatur tumbuh Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4- D).

The Effect of 2,4-D Concentration and Kind of Explants on Callus Induction of Job's Tears (*Coix lacryma-jobi* L.) in N6 Medium

ABSTRACT

Job's Tears (*Coix lacryma-jobi* L.) is a plant from family of Poaceae that has potential as a herbal medicine. The phytochemical content of hanjeli has been extensively studied from the extraction of plant parts directly. Utilization of hanjeli can be maximized through in vitro techniques, namely callus induction. This study aims to analyze the callus potential induced from the leaves and buds of *Coix lacryma-jobi* L. The explants that used are leaf blades, leaves that are still curled, and buds of *Coix lacryma-jobi* L. The explants cultured in N6 base media with the addition of substances growth regulator 2,4-D concentrations of 4 ppm, 4,5 ppm and 5 ppm. The results showed that leaf blade explants in all concentration of 2,4-D only responded to leaf lift but there was no callus formation. Leaf explants that were still curled and buds cultured in N6 base media with the addition of 2,4-D concentrations of 5 ppm were successfully induced into callus. Characteristics from callus that has been successfully induced were the callus had white color with a compact texture. In the 5th month after planting, callus in bud explants regenerate into new organs which are thought to be shoots. Calluses that induced in this study were 3.33% on leaf explants that were still rolled and 13.33% on bud explants. This result shows that the provision of plant growth regulators 2,4-D singly with a concentration of 4 ppm, 4.5 ppm, and 5 ppm is still not optimal in inducing callus from hanjeli plants.

Keywords: *Coix lacryma-jobi* L., Job Tear's leaves and buds, callus induction, the effect of pgh 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D).

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMAKASIH.....	i
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I LATAR BELAKANG.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	5
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Stuktur Organisasi.....	7
BAB II KULTUR KALUS DAUN DAN PUCUK <i>Coix lacryma-jobi</i> L.....	8
2.1 Deskripsi <i>Coix lacryma-jobi</i> L. (Hanjeli).....	8
2.2 Kandungan, Potensi, dan Pemanfaatan Hanjeli.....	11
2.3 Kultur Jaringan.....	13
2.3.1 Media Dasar Kultur Jaringan.....	14
2.3.2 Zat Pengatur Tumbuh.....	19
2.3.3 Respons dalam Kultur Jaringan.....	21
2.4 Metabolit Sekunder.....	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Jenis Penelitian dan Desain Penelitian.....	28
3.2 Objek Penelitian.....	29
3.3 Waktu Penelitian dan Lokasi Penelitian.....	30
3.4 Prosedur Penelitian.....	31
3.4.1 Persiapan Penelitian.....	31

	Halaman
3.4.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data.....	41
3.5 Alur.....	42
3.5.1 Alur Penelitian.....	42
3.5.2 Alur Kerja.....	43
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Respons Kultur.....	44
4.2 Induksi Kalus.....	48
4.3 Karakteristik Kalus yang Terinduksi.....	56
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, REKOMENDASI.....	64
5.1 Simpulan.....	64
5.2 Implikasi.....	64
5.3 Rekomendasi.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	76
RIWAYAT HIDUP.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Perbandingan Komposisi Kandungan Nutrisi Media Dasar MS dan Media Dasar N6.....	15
3.1 Perlakuan Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh dan Eksplan.....	29
3.2 Rancangan Penempatan Botol Kultur.....	29
4.1 Respons Kultur Helaian Daun, Daun yang Masih Menggulung, dan Pucuk pada Medium N6 dengan Penambahan Konsentrasi ZPT 2,4-D yang Berbeda (%).....	45
4.2 Waktu Kemunculan Kalus pada Kultur.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tanaman hanjeli.....	9
2.2 Rumpun tanaman hanjeli.....	9
2.3 Daun hanjeli.....	10
2.4 Biji hanjeli.....	10
2.5 Bunga Hanjeli.....	11
2.6 Hormon golongan auksin.....	20
2.7 Hormon golongan sitokinin.....	20
2.8 Hormon sintesis golongan auksin.....	20
2.9 Hormon sintesis golongan sitokinin.....	20
2.10 Contoh proses organogenesis langsung.....	22
2.11 Contoh proses organogenesis tidak langsung.....	23
2.12 Contoh proses embriogenesis somatik.....	23
2.13 Jenis-jenis morfologi kalus pada organogenesis tanaman <i>Nicotiana rustica</i>	24
2.14 Jalur Biosintesis Metabolit Sekunder pada Tumbuhan.....	26
3.1 Desa Wisata Hanjeli, Kecamatan Waluran, Kabupaten Sukabumi.....	30
3.2 Tanaman hanjeli berusia 3-4 minggu di Desa Wisata Hanjeli.....	30
3.3 Biji hanjeli.....	30
3.4 Bibit hanjeli berusia 6 minggu.....	30
3.5 Bibit hanjeli usia 3 minggu.....	30
3.6 Air panas dengan suhu 50°C.....	31
3.7 Biji hanjeli yang sedang direndam.....	31
3.8 Satu individu tanaman hanjeli yang digunakan sebagai sumber eksplan.....	37
3.9 Sampel helaian daun yang digunakan.....	38
3.10 Sampel pucuk yang digunakan.....	38
3.11 Sampel daun masih menggulung yang digunakan.....	38
3.12 Eksplan dibilas dengan air mengalir.....	39

Gambar	Halaman
3.13 Eksplan direndam dalam larutan detergen 2%.....	39
3.14 Eksplan direndam dalam larutan fungisida 0,2%.....	39
3.15 Eksplan direndam dalam larutan bakterisida 0,2%.....	39
3.16 Eksplan direndam dalam alkohol 70%.....	40
3.17 Eksplan direndam dalam larutan Natrium Hipoklorit dan dua tetes tween.....	40
3.18 Botol kultur yang berisi 3-4 eksplan.....	40
3.19 Ruang gelap tempat penyimpanan kultur.....	41
3.20 Bagan Alur Penelitian.....	42
3.21 Bagan Alur Kerja.....	43
4.1 Eksplan helaian daun <i>Coix lacryma-jobi</i> L.....	44
4.2 Kondisi awal kultur daun yang masih menggulung dan pucuk.....	44
4.3 Respons berupa pemanjangan jaringan pada eksplan pucuk.....	46
4.4 Respons pemanjangan jaringan yang muncul dari eksplan P5-1 pada hari ke-11 setelah penanaman.....	46
4.5 Respons helaian daun hari ke-17 setelah penanaman.....	46
4.6 Respons gulungan daun yang terangkat dari eksplan M5 pada hari ke-21 setelah penanaman.....	47
4.7 Eksplan helaian daun yang mengalami browning.....	47
4.8 Warna eksplan yang berubah menjadi pucat.....	47
4.9 Bakal kalus yang mulai terlihat dari eksplan pucuk pada hari ke-21 dalam konsentrasi 2,4-D 5 ppm.....	49
4.10 Kalus baru pada eksplan P5-1 yang tumbuh pada hari ke-32...	50
4.11 Kalus dari eskplan P5-2 pada konsentrasi 2,4-D 5 ppm pada hari ke-32 setelah penanaman.....	50
4.12 Kalus yang baru mulai tumbuh 35 hari setelah penanaman.....	51
4.13 Kalus yang baru mulai tumbuh pada eksplan P5-4 pada hari ke-40 setelah penanaman.....	51
4.14 Kalus dari eksplan P5-2 yang bertumbuh besar pada hari ke-40 setelah penanaman.....	51
4.15 Kalus kecil yang tumbuh di sisi pemanjangan eksplanP5-1.....	52

Gambar	Halaman
4.16 Kalus yang terinduksi dengan pertumbuhan lambat	52
4.17 Kalus yang semakin membesar pada eksplan P5-2.....	53
4.18 Warna eksplan yang semakin coklat seiring dengan pertumbuhan kalus...53	53
4.19 Kalus yang muncul dari bagian organ bekas sayatan.....	54
4.20 Kalus yang muncul pada bagian pemanjangan organ.....	54
4.21 Kalus yang berhasil terinduksi berwarna putih dengan tekstur kompak.....	56
4.22 Bagian pemanjangan organ yang terlepas dan terlihat seperti tumbuh organ baru.....	58
4.23 Eksplan P5-1 yang beregenerasi menjadi tunas baru (bulan ke-4)....	59
4.24 Eksplan yang mengalami kontaminasi dan <i>browning</i> (pada bulan ke-4).....	60
4.25 Eksplan P5-1 (bulan ke-5).....	60
4.26 Eksplan P5-4 yang beregenerasi menjadi organ baru yang diduga adalah tunas (bulan ke-5).....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan.....	76
2. Medium N6.....	80
3. Data Primer Respons Pembentukan Kalus.....	81

DAFTAR PUSTAKA

- Admojo, L., Indrianto, A., dan Hadi, H. (2014). Perkembangan Penelitian Induksi Kalus Embriogenik pada Jaringan Vegetatif Tanaman Karet Klonal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). *Warta Perkaratan*, 33(1), 19-28.
- Ainun, N.M. (2019). Respons *In Vitro* Eksplan Batang Hanjeli Liar (*Coix lacryma-jobi* L.) yang Ditanam pada Medium MS dengan Penambahan Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D, Kinetin, dan NAA. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Amen, Y., Arung, E.T., Afifi, M.S., Halimb, A.F., Ashourb, A., Fujimotod, R., Gotod, T., dan Shimizu, K. (2017). Melanogenesis Inhibitors from *Coix lacryma-jobi* Seeds in B16-F10 Melanoma Cells. *Natural Product Research*, 31(23), 2712–2718. doi: 10.1080/14786419.2017.1292270.
- Andaryani, S. (2010). *Kajian Penggunaan Berbagai Konsentrasi Bap dan 2,4-D terhadap Induksi Kalus Jarak Pagar (Jatropha curcas L.) secara In Vitro*. (Skripsi). Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Anggraeni, T.D.A., Sulistyowati, E., dan Purwati, R.D. Pengaruh Komposisi Media dan Sumber Eksplan Terhadap Induksi Kalus, Perkecambahan, dan Pertumbuhan Tunas Embrio Somatik Jarak Pagar. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 4(2), 76-84.
- Aprisa, R., Sutjahjo, S.H., dan Sukma, D. (2012). *Induksi Kalus Embriogenik Dua Genotipe Mutan Jagung (Zea mays L.) pada Media Dasar MS dan N6*. [Online]Diakses dari:<https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/57642>.
- Asra, R., Samarlina, R.A., dan Silalahi, M. (2020). *Hormon Tumbuhan*. Jakarta: UKI Press.
- Ayuningrum, K., Budisantoso, I., dan Kamsinah. (2015). Respon Pemberian Hormon 2,4-D dan BAP terhadap Pertumbuhan Subkultur Kalus Kedelai (*Glycine max* L.) Merrill) secara *In Vitro*. *Biosfera*, 32(1), 59-65. doi: 10.20884/1.mib.2015.32.1.296.
- Azzahra, G. (2019). *Analisis Fitokimia dari Biji dan Tangkai Buah Hanjeli (Coix lacryma-jobi L.) Liar dan Budaya*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Berg, M.H.V.D. dan Iamsupasit, N. (2018). *Coix lacryma-jobi* (PROSEA). [Online] Diakses dari: [tps://uses.plantnet-project.org](https://uses.plantnet-project.org).

- Bidabadi, S.S. dan Jain, S.M. (2020). Cellular, Molecular, and Physiological Aspects of In Vitro Plant Regeneration. *Plants*, 9(702), 1-20. doi:10.3390/plants9060702.
- Botbln. (2006). *Coix lacryma-jobi ma-yuen*. [Online]. Diakses dari: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coix_lacryma-jobi_ma-yuen_BotGardBln0906.JPG.
- Capuana, M. dan Debergh, P.C. (1997). Improvement of The Maturation and Germination of Horse Chestnut Somatic Embryos. *Plant Cell, Tissue, and Organ Culture*, 48, 23-29.
- Chang H.C., Huang Y.C., Hung W.C. (2003). Antiproliferative And Chemopreventive Effects Of Adlay Seed On Lung Cancer In Vitro And In Vivo. *J. Agric Food Chem*, 51(12), 3656-3660.
- Chen, B., Liu, D., Han, W., Fan, X., Cao, H., Jiang, Q., Liu, Y., Chang, J., dan Ge, Y. (2014). Nitrogen-removal ability and niche of *Coix lacryma-jobi* and *Reineckia carnea* in response to NO₃⁻/NH₄⁺ ratio. *Aquatic Botany*, 5(16), 1-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.016>.
- Chu, C-C., Wang, C-C., Sun, C-S., Hsu, C., Yin, K-C., Chu, C-Y., dan Bi, F-Y. (1975). Establishment of An Efficient Medium for Anther Culture of Rice Through Comparative Experiments on The Nitrogen Source. *Scientie Sinica*, 18(5), 659-668. doi: 10.1360/ya1975-18-5-659.
- Clayton, W.D., Vorontsova, M., Harman, K.T., dan Williamson, H. (2006). *Coix lacryma-jobi* L.- GrassBase - The Online World Grass Flora. [Online]. Diakses dari: <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>.
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Clasification of Flowering Plants*. NewYork: Columbia University Press.
- Dalimunthe, C.I. dan Rachmawan, A. (2017). Prospek Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan Sebagai Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Patogen pada Tanaman Karet. *E-Journal Warta Perkaratan*, 36(1), 15 - 28. doi: <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v36i1.324>.
- Darmapatni, K.A.G., Basori, A., dan Suaniti, N.M. (2016). Pengembangan Metode GC-MS untuk Penetapan Kadar Acetaminophen pada Spesimen Rambut Manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(3), 62-65.
- Datta, S. (2019). *Composition of Plant Tissue Culture Medium* [Online]. Diakses dari: https://www.researchgate.net/publication/332290656_Composition_of_Plant_tissue_Culture_medium.doi:10.13140/RG.2.2.36498.91844.

- Dwiyani, R., (2015). *Kultur Jaringan Tanaman*. Edisi pertama. Bali: Pelawa Sari “Percetakan & Penerbit”.
- Febrina, L., Rusli, R., dan Muflihah, F. (2015). Optimalisasi Ekstraksi dan Uji Metabolit Sekunder Tumbuhan Libo (*Ficus variegata* Blume). *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 3(2), 74-81. doi: <https://doi.org/10.25026/jtpc.v3i2.153>.
- Gómez-Robledo, H., Cruz-Sosa, F., Bernabé-Antonio, A., Guerrero-Analco, A., Olivares-Romero, J.L., Alonso-Sánchez, A., Villafán, E., dan Ibarra-Laclette, E. (2016). Identification of Candidate Genes Related to Calanolide Biosynthesis by Transcriptome Sequencing of *Calophyllum brasiliense* (Calophyllaceae). *BMC Plant Biology*, 16(177). doi: 10.1186/s12870-016-0862-9.
- Gonçalves, S. dan Romano, A. (2018). Production of Plant Secondary Metabolites by Using Biotechnological Tools. Dalam Ramasamy Vijayakumar and Suresh S.S. Raja (Penyunting), *Secondary Metabolites - Sources and Applications*. doi: 10.5772/intechopen.76414.
- Guerriero, G., Berni, R., Muñoz-Sanchez, J.A., Apone, F., Abdel-Salam, E.M., Qahtan, A.A., Alatar, A.A., Cantini, C., Cai, G., Hausman, J-F., Siddiqui, K.S., Hernández-Sotomayor, S.M.T., dan Faisal, M. (2018). Production of Plant Secondary Metabolites: Examples, Tips and Suggestions for Biotechnologists. *Genes*, 9(6), 309, doi:10.3390/genes9060309 www.mdpi.com/journal/genes.
- Handayani, F., Sumarmiyati, dan Rahayu, S.P. (2019). Karakterisasi Morfologi Jelai (*Coix lacryma-jobi*) Lokal Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 5(2), (hlm. 228-23). doi: 10.13057/psnmbi/m050215.
- Hendaryono, D.P.S. dan Wijayani, A. (1994). *Teknik Kultur Jaringan Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman secara Vegetatif-Modern*. Yogyakarta: Kanisius Yogyakarta. https://books.google.co.id/books/about/TEKNIK_KULTUR_JARINGAN_Pengenalan_dan_Pe.html?id=GxmM8rmUBOcC&redir_esc=y
- Hidayati, Y. (2009). Kadar Hormon Auksin pada Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Bercabang dan Tidak Bercabang. *AGROVIGOR*, 2(2), 88-98. doi: <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v2i2.247>.
- Ikeuchi, M., Sugimoto, K., dan Iwase, A. (2013). Review: Plant Callus: Mechanisms of Induction and Repression. *The Plant Cell*, 25, 3159–3173. doi: <https://doi.org/10.1105/tpc.113.116053>

- Indah P.N. dan Ermavitalini, D. (2013). Induksi Kalus Daun Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada Beberapa Kombinasi Konsentrasi 6-Benzylaminopurine (BAP) dan 2,4- Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(1), 1-6.
- Irawanto, R., Lestari D.A., dan Hendrian R. (2017). Jali (*Coix lacryma-jobi* L.): Biji, Perkecambahan dan Potensinya. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 3(1), (hlm. 147-153). doi: 10.13057/psnmbi/m030124.
- Jain, S. K. dan Banerjee, D. K. (1974). Preliminary Observations on The Ethnobotany of The Genus Coix. *Journal Economic Botany*, 28(1), 38–42. doi:10.1007/bf02861377.
- Jampeetong, A., Konnerup, D., Piwpuanc, N, dan Brix, H. (2013). Interactive Effects of Nitrogen Form and pH on Growth, Morphology, N Uptake and Mineral Contents of *Coix lacryma-jobi* L. *Aquatic Botany*, 111, 144-149. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2013.06.002>.
- Jevremovic, S.B. dan Radojevic, Lj. (2002). Plant Regeneration from Suspension Cultures of *Iris pumila* L. *Acta Horticulturae*, 572(572), 59-65. doi: 10.17660/ActaHortic.2002.572.6
- Joni, Y.Z. (2015). Teknologi Perbanyak Benih Ratu Buah. [Online]. Diakses dari: <http://balitbu.litbang.pertanian.go.id/index.php/hasil-penelitian-main-menu-46/inovasi-teknologi/teknologi-mainmenu-78/114-inovaso-tek/inovasi-teknologi/790-teknologi-perbanyak-benih-ratu-buah>.
- Julianto, P.A. (2014). *Negara Agraris, Mengapa Harga Pangan di Indonesia Rawan Bergejolak?* [Online]. Diakses dari: <https://money.kompas.com>.
- Jumiarni, W.O. dan Komalasari, O. (2017). Eksplorasi Jenis dan Pemanfaatan Tumbuhan Obat pada Masyarakat Suku Muna Di Permukiman Kota Wuna. *Traditional Medicine Journal*, 22(1), 45-56.
- Karjadi, A.K. dan Buchory, A.J. (2008). Pengaruh Auksin dan Sitokinin terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Jaringan Meristem Kentang Kultivar Granola. *Jurnal Hortikultura*, 18(4), 380-384. doi: <http://dx.doi.org/10.21082/jhort.v18n4.2008.p%25p>.
- Kristina, N. N., Kusumah, E.D., dan Lailani, P.K. (2009). Analisis Ffitokimia dan Penampilan Polapita Protein Tanaman Pegagan (*Centella asiatica*) Hasil Konservasi In Vitro. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 20(1), 11 -20. doi: <http://dx.doi.org/10.21082/bullitro.v20n1.2009.%25p>

- Kurniawan, H. (2017). *Hanjeli dan Potensinya sebagai Bahan Pangan*. [Online]. Diakses dari: biogen.litbang.pertanian.go.id.
- Kusbiantoro, D. dan Purwaningrum, Y. (2018). Pemanfaatan Kandungan Metabolit Sekunder pada Tanaman Kunyit dalam Mendukung Peningkatan Pendapatan Masyarakat. *Jurnal Kultivasi*, 17(1), 544-549.
- Lee, M.Y., Lin, H.Y., Cheng, F. Chiang, W., dan Kuo Y.H. (2008). Isolation and Characterization of New Lactam Compounds that Inhibit Lung and Colon Cancer Cells from Adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) bran., *Journal Food and Chemical Toxicology*, 46, 1933-1939. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.01.033>.
- Lestari. (2011). Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyak Tanaman Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*. Bogor. 7(1), 63-68.
- Liang Yu-yong, Zuo Bei-mei, dan Zhang Zhu-ming. (2012). Calli Induction and Differentiation of *Coix lachryma-jobi*. *Journal of Northeast Normal University*. Beijing.
- Lizawati. (2012). Induksi Kalus Embriogenik dari Eksplan Tunas Apikal Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan Penggunaan 2,4-D dan TDZ. *Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Mendalo Darat, Jambi*, 1(2), 75-87.
- Mainawati, D., Brahmana, E.M., dan Mubarrak, J. (2017). Uji Kandungan Metabolit Sekunder Tumbuhan Obat yang Terdapat di Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Mahasiswa FKIP Prodi Pendidikan Biologi*, 3(1), 1-5.
- Marchev, A., Haas, C., Schulz, S., Georgiev, V., Steingroewer, J., Bley, T., dan Pavlov, A. (2014). Sage In Vitro Cultures: a Promising Tool for The Production of Bioactive Terpenes and Phenolic Substances. *Biotechnology Letters*, 36(2), 211–221. doi: 10.1007/s10529-013-1350-z.
- Mariska, I. dan Soekmadjaja, D. (2003). *Perbanyak Bibit Abaka Melalui Kultur Jaringan*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Mariska, I. (2013). *Metabolit Sekunder: Jalur pembentukan dan kegunaannya*. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik. [Online]. Diakses dari: <http://biogen.litbang.pertanian.go.id/>

- Meidiana, F. (2019). *Respons In Vitro Eksplan Daun Hanjeli (Coix Lacryma-Jobi L.) yang Dikultur pada Medium N6 dengan Penambahan Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D.* (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Muliati, Nurhidayah, T., dan Nurbaiti. (2017). Pengaruh NAA, BAP dan Kombinasinya pada Media MS terhadap Perkembangan Eksplan *Sansevieria macrophylla* Secara *In Vitro*. *JOM FAPERTA*, 4(1), 1-13.
- Nazir, M. (2014). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Nasution, S.S. dan Wulandari, A. (2014). Pengaruh Bahan Sterilan terhadap Keberhasilan Inisiasi Eksplan *Paulownia (Paulownia elongata SY Hu)* secara *In Vitro*. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5(1), 1-6.
- Nikam, T.D., Ghane, S.G., Nehul, J. N., dan Barmukh, R.B. (2009). Induction of Morphogenic Callus and Multiple Shoot Regeneration in *Momordica cymbalaria* Fenzl. *Indian Journal of Biotechnology*, 8(4), 442-447.
- Ningsi, P., Muslimin, dan Suwastika, I.N. (2016). Organogenesis Dua Tipe Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) pada Berbagai Kombinasi Konsentrasi IAA (Indole Acetid Acid) dan BAP (Benzil Amino Purin) secara *in vitro*. *Online Journal of Natural Science*, 5(2), 183-191.
- Nofiani, R. (2008). Artikel Ulas Balik: Urgensi dan Mekanisme Biosintesis Metabolit Sekunder Mikroba Laut. *Jurnal Natur Indonesia*. 10(2), 120-125. ISSN: 1410-9379.
- Nurmala, T. (2011). Potensi dan Prospek Pengembangan Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) sebagai Pangan Bergizi Kaya Lemak untuk Mendukung Diversifikasi Pangan Menuju Ketahanan Pangan Mandiri. *Jurnal Pangan*, 20(1), 41-48. doi: 10.33964/jp.v20i1.10.
- Nurmala, T. dan Irwan, A.W. (2007). *Pangan Alternatif Berbasis Serealia Minor*. Bandung: PT Giratuna.
- Pardal, S.J. 2003. Perkembangan Penelitian Regenerasi dan Transformasi pada Tanaman Kedelai. *Buletin Agrobio*, 5(2), 37-44.
- Pardal, S.J. (2012). *Regenerasi Tanaman secara In-Vitro dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi*. [Online]. Diakses dari: biogen.litbang.pertanian.go.id.
- Peterson, J.S. (2002). Daun Hanjeli. [Online]. Diakses dari: https://plants.usda.gov/java/largeImage?imageID=cola_005_avp.jpg.

- Philips, G.C. dan Garda, M. (2019). Plant Tissue Culture Media and Practices: An Overview. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant*, 1-16. doi: <https://doi.org/10.1007/s11627-019-09983-5>.
- Pranayadipta, N.W. dan Soegianto, A. (2020). Pengaruh Tingkat Konsentrasi 2,4-Dichlorophenoxyaceticacid terhadap Induksi Kalus pada Tiga Varietas Tebu secara In-Vitro. *Jurnal Produksi Tanaman*, 8(1), 85-92. doi: 10.21176/PROTAN.V8I1.1323
- Prayantini, D.C., Basunanda, P., dan Murti, R. H. (2013). Induksi Haploid Ganda pada Padi Japonica (*Oryza sativa* L. Ssp. *japonica*), Indica (*Oryza sativa* L. Ssp. *indica*), Dan Hibrida Japonica X Indica. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 16(1), 14 – 29. doi: <https://doi.org/10.22146/ipas.2523>.
- Purnamaningsih, R. (2002). Regenerasi Tanaman melalui Embriogenesis Somatik dan Beberapa Gen yang Mengendalikannya. *Buletin AgroBio*, 5(2), 51-58.
- Purnamaningsih, R. (2006). Induksi Kalus dan Optimasi Regenerasi Empat Varietas Padi melalui Kultur *In Vitro*. *Jurnal AgroBiogen*, 2(2), 74-80.
- Putri, A.I. (2009). Kajian Glycocalyx Bakteri pada Kontaminasi Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) In-Vitro. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 3(1), 33-42. doi: <https://doi.org/10.20886/jpth.2009.3.1.33-42>.
- Qosim, W.A. dan Nurmala, T. (2011). Eksplorasi, Identifikasi dan Analisis Keragaman Plasma Nuftah Tanaman Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) Sebagai Sumber Bahan Pangan Berlemak di Jawa Barat. *Jurnal Pangan*, 20(4), 365-376. doi: 10.33964/jp.v20i4.181.
- Rahayu, B., Solichatun, dan Anggarwulan, E. (2003). Pengaruh Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) terhadap Pembentukan dan Pertumbuhan Kalus serta Kandungan Flavonoid Kultur Kalus *Acalypha indica* L., *Jurnal Biofarmasi*, 1(1), 1-6. doi:10.13057/biofar/f010101.
- Rasud, Y. dan Bustaman, B. (2020). Induksi Kalus secara *In Vitro* dari Daun Cengkeh (*Syzigium aromaticum* L.) dalam Media dengan Berbagai Konsentrasi Auksin. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 67-72. doi: 10.18343/jipi.25.1.67.
- Ratnasari, E. (2019). *Kandungan Metabolit Akar dan Daun Hanjeli (Coix lacryma-jobi L.) Liar dan Budidaya dengan GC-MS (Skripsi)*. Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

- Rusdianto dan Indrianto, A. (2012). Induksi Kalus Embriogenik pada Wortel (*Daucus carota* L.) Menggunakan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D). *Jurnal Bionature*, 13(2). 136-140. doi: 10.35580/bionature.v13i2.1439.
- Saad, A.I.M. dan Elshahed, A.M. (2012). *Plant Tissue Culture Media*. Dalam Annarita Leva and Laura Rinaldi (Penyunting). *Recent Advances in Plant in vitro Culture*. doi: 10.5772/50569.
- Sandra, E., Hapsiati, dan Zahra, A. (2019). Subkultur dalam Kultur Jaringan Tanaman. *Kultur Jaringan Skala Rumah Tangga*. [Online]. Diakses dari: <https://direktoriukm.com/artikel/62-subkultur-dalam-kultur-jaringan-tanaman/>
- Saptari, R.T. (2017). Organogenesis untuk Perbanyakkan Tanaman Hias. *PPBBI*, 5(1), 18-20.
- Setiawati, T., Ayallal, A., Nurzaman, M., Kusumaningtyas, V.A., dan Bari, I. (2020). Analisis Metabolit Sekunder Kultur Pucuk, Kalus, dan Tanaman Lapang *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Jurnal Ilmu Dasar*, 2(1), 110-114. doi: 10.19184/jid.v21i1.8665
- Setyowati, A. dan Listyawati, S. (2001). Keanekaragaman Jenis Mikroorganisme Sumber Kontaminasi Kultur *In vitro* di Sub-Lab. Biologi Laboratorium MIPA Pusat UNS. *Biodiversitas*, 2(1), 110-114. doi: 10.13057/biodiv/d020105.
- Shimizu, K., Nagaike, H., Yabuya, T., dan Adach, T. (1997). Plant Regeneration from Suspension Culture of *Iris germanica*1. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 50, 27–31.
- Sparkman, O. D., Penton, Z. E., dan Kitson, F. G. (2011). Introduction and History. *Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide*. *ScienceDirect*. 2–13. doi: 10.1016/C2009-0-17039-3.
- Sugiyarto, L. dan Kuswandi, P.C. (2014). Pengaruh 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) Dan Benzyl Aminopurin (BAP) terhadap Pertumbuhan Kalus Daun Binahong (*Anredera cordifolia* L.) Serta Analisis Kandungan Flavonoid Total. *Jurnal Penelitian Saintek*, 19(1), 23-30. doi: <https://doi.org/10.21831/jps.v19i1.2322>.

- Suyadi. (2016). Sejarah Perkembangan Budidaya Tanaman Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) di Kalimantan Timur. *Unit Layanan Strategis (ULS): Pengelolaan Pertanian Terpadu dan Agribisnis (PPTA) Agribusiness and Integrated Farming Management (AGRIFARM) UNIVERSITAS MULAWARMAN*, (1), 1-6.
- Suyitno, A.I. dan Henuhili, V. (2011). Induksi Kalus dan Organogenesis Tanaman Ngukilo (*Gynura procumbens* (Lour.) Merr.) dengan 2,4-D dan Kombinasi NAA-Air Kelapa secara *In Vitro*. *Prosiding Seminar Nasional "BIOLOGY AND LOCAL WISDOM; Past, Present And Future"* (hlm. 56-67). Yogyakarta: Jurdik Biologi, MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tang, W. dan Newton, R.J. (2004). Increase of Polyphenol Oxidase and Decrease of Polyamines Correlate with Tissue Browning in Virginia Pine (*Pinus virginiana* Mill.). *Plant Science: an International Journal of Experimental Plant Biology*, 167(3), 621-628. doi: 10.1016/j.plantsci.2004.05.024.
- Ukita, T. dan Tanimura, A. (1961). Studies on the Anti-tumor Component in the Seeds of *Coix Lachryma-Jobi* L. VAR. *Ma-yuen* (ROMAN.) STAPF. I. : Isolation and Anti-tumor Activity of Coixenolide. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 9(1), 43-46. doi: <https://doi.org/10.1248/cpb.9.43>.
- Ulva, M., Nurchayati, Y., Prihastanti, E., dan Setiari, N. (2019). Pertumbuhan Kalus Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Varietas Permata F1 dari Jenis Eksplan dan Konsentrasi Sukrosa yang Berbeda secara *In Vitro*. *Life Science*, 8(2), 160-169.
- Wahyuni, D.K., Prasetyo, D., dan Hariyanto, S. (2014). Perkembangan Kultur Daun *Aglaonema* sp. dengan Perlakuan Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh NAA dan 2,4-D dengan BAP. *JURNAL BIOSLOGOS*, 4(1), 9-16.
- Wardani, S.F. (2015). *Analisis Kandungan Metabolit pada Kalus Chrysanthemum cinerariifolium yang Ditanam pada Medium Murashige dan Skoog dengan Penambahan 2,4-Diklorofenoksiasetat dan Kinetin*. (Skripsi). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Wismarini, D. Th., Santoso, B., dan Ningsih, D. H. U. (2012). Elektronik Ensiklopedi Tanaman Herba sebagai Bank Data Digital Tanaman Obat. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 17(2), 90-97.
- Xiaoli, Z. (1991). Tissue Culture of *Coix lacryma-jobi* and Analysis of its Peroxidases. *Journal of Northeast Normal University*. Beijing.

- Yu, F., Li, Y-z., Zhang, J., dan Liu C-x. (2015). *Coix lacryma-jobi L. var. ma-yuen* (Roman.) Stapf (Yiyiren, Jobstears). Dalam Zhang JZ, Wang ZM, Liu YZ (Penyunting). *Dietary Chinese Herbs: Chemistry, Pharmacology, and Clinical Evidence* (halaman 339-346). New York: Springer-Verlag Wien.
- Yu, F., Zhang, J., Li, Y-z., Zhao, Z-y., dan Liu C-x. (2017). Research and application of adlay in medicinal field. *Chinese Herbal Medicines*, 9(2), 126-133. doi: [https://doi.org/10.1016/S1674-6384\(17\)60086-8](https://doi.org/10.1016/S1674-6384(17)60086-8).
- Zulkarnain, H. (Penyunting) (2006). *Teknik Kultur Jaringan Tanaman*. Jambi: Fakultas Pertanian, Universitas Jambi.