

INDUKSI KALUS TANAMAN BUAH SALJU (*Inga edulis* Mart.) DENGAN PENAMBAHAN 2,4-DICHLOROPHENOXYACETIC ACID (2,4-D) SECARA IN VITRO

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh :
Evi Listiyarini
19106040040

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-166/Un.02/DST/PP.00.9/01/2026

Tugas Akhir dengan judul : Induksi Kalus Tanaman Buah Salju (*Inga edulis* Mart.) Dengan Penambahan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) Secara In Vitro

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : EVI LISTIYARINI
Nomor Induk Mahasiswa : 19106040040
Telah diujikan pada : Selasa, 06 Januari 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si
SIGNED

Valid ID: 6972bf2257622



Penguji I

Shilfiana Rahayu, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 696ba03a03585



Penguji II

Satiti Ratnasari, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 696ba086e0134



Yogyakarta, 06 Januari 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6976f48d016cd

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Evi Listiyarini
NIM : 19106040040
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Induksi Kalus Tanaman Buah Salju (*Inga edulis* Mart.) dengan Penambahan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) Secara *In Vitro***" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 22 Desember 2025



Evi Listiyarini
NIM. 19106040040

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp :

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Evi Listiyarini
NIM : 19106040040

Judul Skripsi : Induksi Kalus Tanaman Buah Salju (*Inga edulis* Mart.) dengan
Penambahan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) Secara *In Vitro*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 22 Desember 2025
Pembimbing

Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si
NIP. 19800207 200912 2 002

MOTTO

“ Finish what you started ” - stranger

“ Karena sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan “

(QS. Al-Insyirah : 5)



PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah saya persembahkan skripsi ini kepada :

Diri Sendiri

Orang tua dan keluarga tercinta

Almamater Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Induksi Kalus Tanaman Buah Salju (*Inga edulis* Mart.) Dengan Penambahan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) Secara *In vitro*”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan serta wujud pengaplikasian ilmu yang telah diperoleh selama masa studi. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Ika Nugraheni Ayu Martiwi, S.Si., M.Si., selaku ketua Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama pengerjaan skripsi.
3. Shilfiana Rahayu, M.Sc., selaku sekretaris Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan selaku dosen penguji I yang telah memberikan saran dan masukan untuk penulis.
4. Satiti Ratnasari, M.Sc., selaku dosen penguji II yang telah memberikan saran dan masukan untuk penulis.
5. Seluruh jajaran dosen dan staf di Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

6. PLP Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang selalu membantu dan memberi saran kepada penulis selama pelaksanaan penelitian hingga selesai.
7. Orang tua, Alm. Bapak Jumari dan Ibu Mutirah, serta kakak Nurul Fadilah yang selalu memberikan doa, dukungan, serta semangat yang tiada henti.
8. Rahayu Budiati, Annisa Nabila, dan Izza Nur Fatimah sahabat yang selalu ada untuk memberikan semangat, membantu memberi saran, dan mendengarkan keluh kesah penulis.
9. Teman-teman Biologi 2019 yang sudah kebersamai dalam perkuliahan dan sudah memberi dukungan serta semangat.
10. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung selama proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan agar skripsi ini dapat lebih baik. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Yogyakarta, 22 Desember 2025

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Penulis

Induksi Kalus Tanaman Buah Salju (*Inga edulis* Mart.) dengan Penambahan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) Secara *In vitro*

Evi Listiyarini

19106040040

ABSTRAK

Inga edulis merupakan tumbuhan famili *fabaceae* yang memiliki buah berbentuk kaps dan berwarna putih yang dapat dimakan. *Inga edulis* memiliki nama lokal yaitu tanaman buah salju. Upaya perbanyakan *Inga edulis* sering menggunakan biji karena tingkat keberhasilan perkecambahannya tinggi. Spesies ini memiliki sifat biji yang mudah berkecambah saat masih didalam buah sehingga biji tidak dapat disimpan dalam waktu lama karena rentan mengalami penurunan viabilitas. Perbanyakan *in vitro* bisa menjadi alternatif untuk permasalahan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh hormon 2,4-D yang paling optimal terhadap pertumbuhan kalus eksplan daun dan nodus tanaman buah salju. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Desember 2025 di Laboratorium Embriologi UIN Sunan Kalijaga. Penelitian ini menggunakan RAL dengan jenis eksplan daun dan nodus. Perlakuan 2,4-D pada 6 konsentrasi yaitu 0 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm, 2,5 ppm, 3,5 ppm, dan 4,5 ppm dengan masing-masing perlakuan 5 ulangan. Hasil pengamatan hari muncul kalus tercepat yaitu 14 HST pada konsentrasi 0 ppm dengan eksplan nodus dan 2,5 ppm dengan eksplan daun. Morfologi kalus yang dihasilkan dari eksplan daun yaitu kalus berwarna putih, putih kecoklatan, dan coklat dengan tekstur remah dan kompak. Pada morfologi kalus dengan eksplan nodus dihasilkan warna kalus putih, putih kekuningan, hijau kekuningan dengan tekstur remah dan kompak. Persentase pembentukan kalus tertinggi pada eksplan daun dan nodus terletak pada konsentrasi 4,5 ppm yaitu 25% dan 16,66%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 2,4-D pada eksplan daun dan nodus *Inga edulis* terbukti berpengaruh terhadap pembentukan kalus.

Kata Kunci : buah salju; *Inga edulis*; kalus; 2,4-D

**Callus Induction of Ice Cream Bean Plants (*Inga edulis* Mart.) with the
Addition of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) In Vitro**

Evi Listiyarini

19106040040

ABSTRACT

Inga edulis is a plant species belonging to the family Fabaceae that produces edible fruits with white, cotton-like pulp. *Inga edulis* is locally known as the snow fruit plant. Propagation of *Inga edulis* is commonly carried out using seeds due to their high germination success. However, this species has recalcitrant seed characteristics, making the seeds unsuitable for long-term storage because of rapid loss of viability. In vitro propagation can serve as an alternative solution to this problem. This research aimed to determine the optimal concentration of 2,4-D for callus growth from leaf and node explants of *Inga edulis*. The research was conducted from February to December 2025 at the Embryology Laboratory of UIN Sunan Kalijaga. The research design used RAL experimental was employed using leaf and node explants treated with 2,4-D at concentrations of 0, 1,5; 2; 2,5; 3,5; and 4.5 ppm, with five replications per treatment. The fastest callus initiation occurred at 14 days after planting (DAP), observed at 0 ppm in node explants and 2.5 ppm in leaf explants. Callus derived from leaf explants exhibited white, brownish-white, and brown coloration with friable and compact textures, whereas callus from node explants showed white, yellowish-white, and yellowish-green coloration with similar textures. The highest percentage of callus formation in both explant types was recorded at 4.5 ppm, reaching 25% in leaf explants and 16.66% in node explants. These results indicate that the application of 2,4-D significantly influences callus formation in leaf and node explants of *Inga edulis*.

Keywords : Callus; Ice cream bean tree; *Inga edulis*; 2,4-D

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Tanaman Buah Salju (<i>Inga edulis</i> Mart.).....	8
B. Kultur Jaringan.....	12
C. Embriogenesis Somatik.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	19
A. Waktu dan Tempat Penelitian	19
B. Rancangan Penelitian	19
C. Variabel Penelitian	20
D. Alat dan Bahan.....	20
E. Prosedur Kerja.....	20
F. Pengamatan dan Pengambilan Data	23

G. Analisis Data	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
A. Hari Muncul Kalus dan Respon Eksplan dalam Membentuk Kalus	25
B. Morfologi Kalus Tanaman Buah Salju (<i>Inga edulis</i> Mart.)	30
C. Persentase Pertumbuhan Kalus Dari Eksplan Daun dan Nodus Tanaman Buah Salju (<i>Inga edulis</i> Mart.)	37
D. Kontaminasi Eksplan Daun dan Nodus Tanaman Buah Salju (<i>Inga edulis</i> Mart.)	38
BAB V PENUTUP.....	40
A. Kesimpulan.....	40
B. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	48



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perlakuan 2,4-D dengan berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan eksplan daun dan nodus dalam induksi kalus	19
Tabel 2. Hasil Pengamatan Pengaruh Hormon 2,4-D Terhadap Warna dan Tekstur Kalus Tumbuhan Buah Salu (<i>Inga edulis</i> Mart.) Pada Eksplan Daun dan Nodus	30
Tabel 3. Pengamatan anatomi kalus <i>Inga edulis</i>	35
Tabel 4. Persentase Pertumbuhan Kalus dari Eksplan Daun dan Nodus <i>Inga edulis</i> Mart.....	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Morfologi daun <i>Inga edulis</i> Mart.	9
Gambar 2. Morfologi buah dari <i>Inga edulis</i> Mart.....	10
Gambar 3. Grafik Hasil Kecepatan Pembentukan Kalus pada Eksplan Daun dan Nodus <i>Inga edulis</i> Mart. yang ditanam pada Media MS dengan Penambahan ZPT 2,4-D	25
Gambar 4. Respon eksplan daun pada media dengan konsentrasi 4,5 ppm dalam membentuk kalus, (A) eksplan daun melengkung pada 2 HST, (B) eksplan daun membengkak pada 14 HST, dan (C) eksplan daun membentuk kalus pada 84 HST; respon eksplan nodus pada media 1,5 ppm dalam membentuk kalus, (D) eksplan muncul kalus pada 40 HST, (E) kalus semakin menyebar ke seluruh bagian nodus pada 49 HST, (F) eksplan tumbuh akar pada 77 HST.....	29
Gambar 5. Tekstur kalus tanaman <i>Inga edulis</i> (A) kalus remah dari eksplan nodus dengan perlakuan 2,5 ppm pada umur 91 HST (perbesaran 2x); (B) kalus kompak dari eksplan daun dengan perlakuan 2,5 ppm pada umur 160 HST (perbesaran 3x)	34
Gambar 6. Kontaminasi pada Eksplan <i>Inga edulis</i> , (A) kontaminasi jamur putih; (B) kontaminasi jamur hitam; (C) kontaminasi bakteri	39



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Data Hasil Pengamatan Hari Muncul Kalus	48
Lampiran 2. Perhitungan Persentase Kalus Terbentuk	48
Lampiran 3. Perhitungan dan Pengambilan Larutan Stok Hormon	50
Lampiran 4. Dokumentasi Hasil Penelitian.....	51
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	52



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tumbuhan bergenus *Inga* banyak ditemui di Amerika Selatan dan Amerika Tengah (Lim, 2012). Tumbuhan *Inga* memiliki ratusan spesies dan sebanyak 50 spesies *Inga* dapat menghasilkan buah yang dapat dimakan (Hendricks, 2023). Salah satu spesies *Inga* yang terkenal dan buahnya dapat dimakan adalah *Inga edulis*. *Inga edulis* merupakan spesies tumbuhan berkayu yang termasuk kedalam famili *fabaceae* (Porto *et al.*, 2017). *Inga edulis* di Amerika Selatan memiliki banyak nama seperti, *Inga conferta* Benth., *Inga inga* (L.) Britton, *Inga vera* Kunth, *Mimosa inga* L., dan lain-lain (Lim, 2012). *Inga edulis* terkenal dengan buahnya yang dapat dimakan. Buah *Inga edulis* berupa polong-polongan yang bijinya dikelilingi oleh salut biji berbentuk seperti kapas dan berwarna putih yang dapat dimakan (Abril-Saltos *et al.*, 2017). *Inga edulis* memiliki nama lokal yaitu tanaman buah salju atau buah es krim. Nama buah tersebut diambil dari penampakan buahnya yang berwarna putih, lembut dan memiliki rasa manis serta sensasi dingin ketika dimakan (Kuswantoro & Li'Aini, 2021).

Inga edulis merupakan tumbuhan yang memiliki banyak manfaat. Biji dari *Inga edulis* dapat digunakan sebagai etnomedisin obat diare (Lojka *et al.*, 2010). Biji *Inga edulis* yang sudah kering memiliki kandungan protetein, lemak, dan karbohidrat. Rebusan daun dan kulit kayu digunakan sebagai lotion untuk radang sendi dan rematik (Silva *et al.*, 2007). Daging buah *Inga edulis* selain rasanya yang enak untuk dimakan, juga kaya akan kandungan protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, dan vitamin C. Pada *Inga edulis* juga ditemukan sumber antioksidan pada daun, kulit kayu, buah, dan biji (Lim, 2012). *Inga edulis* memiliki sumber antioksidan dan ditemukan antioksidan tertinggi ada pada daun daripada di kulit kayu, buah dan biji (Silva *et al.*, 2007)

Buah salju (*Inga edulis*) banyak ditemukan di daerah Bedugul, Bali. Buah salju dijadikan sebagai buah khas Bedugul karena di Pulau Bali hanya bisa ditemukan di daerah tersebut (Kuswanto & Li'Aini, 2021). Kondisi yang ada di Bedugul menjadikan buah salju tumbuh subur disana. Lim (2012) mengatakan, pohon buah salju dapat tumbuh baik di daerah dengan ketinggian 2200 mdpl dengan suhu dingin dan matahari yang hangat. Hal tersebut sesuai dengan letak Bedugul yang berada di ketinggian yang cukup tinggi di Pulau Bali, sehingga iklim disana relatif sejuk dan berawan sepanjang tahun (Kuswanto & Li'Aini, 2021). Oleh karena itu, kondisi iklim di Bedugul mendukung untuk pertumbuhan pohon buah salju dan menjadi salah satu tempat di Indonesia yang menjadi penghasil buah salju.

Buah *Inga edulis* di Pulau Bali ini belum ada yang membudidayakan. Kuswanto & Li'Aini (2021) mengatakan bahwa pasokan buah salju yang dijual di Bedugul berasal dari tanaman liar yang tumbuh banyak di sekitaran kawasan Bedugul. Melihat tingkat peminatan terhadap buah salju serta manfaat yang terkandung dari buah salju ini, dapat mendorong perbanyak buah salju. Perbanyak ini selain bermanfaat untuk segi ekonomi juga dapat digunakan untuk konservasi. Pohon *Inga edulis* bisa berguna untuk konservasi karena pohonnya bisa toleransi terhadap tanah yang asam dan dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen. Di Amerika, penggunaan *Inga edulis* juga sebagai pohon peneduh karena saat musim panas pohon *Inga edulis* bisa mempertahankan daunnya serta dijadikan sebagai sumber kayu bakar karena pohonnya cepat tumbuh dan pengelolaannya mudah (Lojka *et al*, 2010).

Perbanyak *Inga edulis* paling mudah dilakukan dengan menggunakan biji (Lim, 2012). Berdasarkan penelitian Abril-Saltos *et al* (2017), perbanyak *Inga edulis* menggunakan biji dilakukan dengan perkecambahan yang memiliki keberhasilan 89%. Walaupun tingkat keberhasilan perkecambahannya tinggi, biji *Inga edulis* tidak dapat disimpan dalam waktu lama karena rentan mengalami penurunan viabilitas dan tingkat kematiannya tinggi. Pada penelitian Rodrigues *et al* (2021), benih *Inga* memiliki kelembapan yang tinggi yaitu berkisar 40%. Hal ini juga dikatakan oleh Caccere *et al* (2013), bahwa biji

Inga bersifat vivipar (berkecambah saat masih didalam buah), serta memiliki kadar air yang tinggi, umur biji yang rendah, dan umur penyimpanan benih terbatas. Benih dari genus ini bandel (rekalsitran), yaitu benih tidak toleransi terhadap pengeringan atau pembekuan dan tidak dapat disimpan selama lebih dari beberapa minggu (Brennan & Mudge, 1998).

Karakteristik biji Inga ini mengakibatkan keterbatasan perbanyakan benih, sehingga perbanyakan vegetatif Inga dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan perbanyakan benih (Brennan & Mudge, 1998). Salah satu cara perbanyakan vegetatif yang memiliki banyak keunggulan adalah teknik kultur jaringan. Tahapan perbanyakan kalus merupakan bagian dalam tahapan propagasi. Menurut Widodo (2021), teknik perbanyakan kalus memiliki keunggulan karena dapat menghasilkan bibit tanaman secara singkat dengan jumlah besar. Induksi kalus dilakukan secara *in vitro*, maka harus dalam kondisi yang aseptis sehingga tanaman yang dihasilkan akan bebas penyakit dan dapat diperbanyak pada semua musim, serta karakter bibit yang dihasilkan seragam dan akan sama dengan induksinya. Induksi kalus dapat dilakukan pada semua bagian tumbuhan seperti daun, akar, biji, dan batang. Kondisi untuk induksi kalus harus memungkinkan agar menghasilkan bibit yang baik. Proses induksi kalus memerlukan media yang sesuai baik dari segi pH, konsentrasi ZPT yang digunakan, maupun faktor eksternal seperti suhu dan kelembapan udara saat penyimpanan. Pemilihan eksplan yang digunakan harus tepat dan berkualitas agar bibit yang dihasilkan juga berkualitas.

Zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan perlu disesuaikan dengan eksplan yang akan ditanam. Pada induksi kalus *in vitro*, ZPT yang diperlukan harus mampu menunjang pertumbuhan kalus seperti hormon 2,4-*Dichlorophenoxyacetic Acid* (2,4-D). Induksi kalus memerlukan pasokan ZPT secara eksogen yaitu auksin (Sapsuha *et al.*, 2011). Hormon 2,4-D merupakan fitohormon golongan auksin yang sering digunakan untuk induksi kalus. Hormon 2,4-D sering digunakan karena termasuk auksin sintetis yang dapat menginduksi terbentuknya kalus dari jaringan tanaman (Indah & Ermavitalini, 2013). Endang (2012) mengatakan bahwa hormon 2,4-D merupakan ZPT yang

memiliki sifat stabil dan tidak mudah rusak oleh cahaya dan panas pada saat sterilisasi.

Hormon 2,4-D mendorong pembelahan dan perluasan sel pada eksplan. Penggunaannya dapat mendorong pembentukan kalus karena 2,4-D merupakan auksin yang kuat dan sering digunakan sebagai *single hormone* untuk merangsang produksi kalus dari berbagai jaringan tanaman (Lizawati, 2012). Hormon 2,4-D memiliki aktivitas yang kuat untuk mendorong diferensiasi sel, organogenesis, dan pertumbuhan kalus, sehingga secara efisien merangsang pembentukan kalus jika dibandingkan dengan golongan auksin lainnya (Rivai & Helmanto, 2015). Penelitian Lima *et al* (2008), penambahan hormon 2,4-D sendiri pada daun *Croton urucurana* Baill. selama induksi kalus menghasilkan massa kalus segar terbaik pada media MS. Penelitian Karunia Illahi *et al* (2022) mengatakan, bahwa 2,4-D berdampak pada pertumbuhan eksplan daun bisbul dengan menurunkan proporsi kalus yang berwarna kecoklatan dan meningkatkan persentase eksplan yang melengkung sebesar 14%. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memastikan apakah perbanyakan vegetatif berbasis induksi kalus dapat dikembangkan sebagai alternatif perbanyakan benih *Inga edulis*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah :

1. Bagaimana pengaruh pemberian hormon 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) terhadap pembentukan kalus tanaman buah salju (*Inga edulis* Mart.) secara *in vitro*?
2. Berapa konsentrasi hormon 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) yang terbaik untuk pembentukan kalus tanaman buah salju (*Inga edulis* Mart.) secara *in vitro*?
3. Apa jenis eksplan yang paling optimal untuk pembentukan kalus tanaman buah salju (*Inga edulis* Mart.) secara *in vitro*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh pemberian hormon 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) terhadap pembentukan kalus tanaman buah salju (*Inga edulis* Mart.) secara *in vitro*.
2. Menganalisis konsentrasi hormon 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) yang terbaik untuk pembentukan kalus tanaman buah salju (*Inga edulis* Mart.) secara *in vitro*.
3. Menganalisis jenis eksplan yang paling optimal untuk pembentukan kalus tanaman buah salju (*Inga edulis* Mart.) secara *in vitro*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan sebagai alternatif lain untuk memproduksi benih buah salju (*Inga edulis* Mart.) dengan teknologi kultur jaringan yaitu induksi kalus secara *in vitro*.
2. Menyediakan informasi mengenai konsentrasi 2,4-D yang terbaik untuk pembentukan kalus tanaman buah salju (*Inga edulis* Mart.) secara *in vitro*.
3. Sebagai rujukan dalam pengaplikasian zat pengatur tumbuh untuk induksi kalus pada tanaman khususnya tanaman buah salju (*Inga edulis* Mart.).
4. Sebagai acuan untuk mengembangkan penelitian yang lain terkait perbanyakan buah salju (*Inga edulis* Mart.) baik untuk kepentingan komersil ataupun kepentingan konservasi.
5. Menjadi referensi terkait teknik kultur *in vitro* tumbuhan *leguminosae*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh hormon 2,4-D terhadap induksi kalus tumbuhan buah salju (*Inga edulis* Mart.), maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan hormon 2,4-D kedalam media MS terbukti efektif dan berpengaruh terhadap pembentukan kalus.
2. Konsentrasi terbaik dalam pembentukan kalus *Inga edulis* adalah pada perlakuan fitohormon 2,4-D dengan konsentrasi 3,5 ppm pada eksplan daun dan 2,5 ppm pada eksplan nodus. Pada konsentrasi ini dihasilkan kalus yang embriogenik dengan tekstur remah dan warna putih.
3. Jenis eksplan yang paling optimal dalam pembentukan kalus adalah eksplan nodus.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan data yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran agar penelitian selanjutnya lebih berkembang, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan eksplan perlu diperhatikan, yaitu dengan menggunakan eksplan dari jaringan yang masih muda agar kandungan senyawa fenoliknya belum terlalu banyak.
2. Perlu dilakukan sub-kultur rutin setelah muncul setiap 4 minggu sekali atau sudah terlihat adanya kontaminasi bakteri.
3. Metode sterilisasi, baik bahan pensteril dan teknik sterilisasi eksplan harus diperhatikan untuk mencegah adanya kontaminasi baik dari jamur maupun bakteri, karena tingginya kontaminasi pada penelitian ini.
4. Pada penelitian induksi kalus *Inga edulis* dapat menggunakan kombinasi fitohormon auksin dan sitokinin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abril-Saltos, R. V., Ruiz-Vásquez, T. E., Alonso-Lazo, J., & Cabrera-Murillo, G. M. (2017). Germination, seed diameter and pregerminative treatments in species with different purposes of use. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 703–717. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.26205>
- Andianingsih, N., Rosmala, A., & Mubarok, S. (2021). Pengaruh Pemberian Hormon Auksin dan Giberelin Terhadap Pertumbuhan Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Var. Aichi First di Dataran Medium. *AGROSCRIPT*, 3(1), 48–56.
- Andriani, D., & Heriansyah, P. (2021). Identification of Contaminant Fungi in Tissue Culture of Nature Orchid (*Bromheadia finlaysonian* (Lind.) Miq. *Agro Bali*, 4(2), 192–199. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i2.723>
- Ariani, R. (2016). Respon Pembentukan Kalus Koro Benguk (*Mucuna pruriens* L.) pada Berbagai Konsentrasi 2,4-D dan BAP [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang.
- Arimarsetiowati, R. (2017). Keragaman Kalus dalam Pembentukan Embrio Somatik pada Kopi Arabika. *Warta Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia*.
- Asmono, S. L., & Sari, V. K. (2016). Induksi Kalus dari Beberapa Kultivar Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Dataran Medium Secara *In vitro* Menggunakan Variasi Konsentrasi 2,4-D. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 1(2).
- Asmono, S. L., Sari, V. K., & Wardana, R. (2017). *In vitro* Propagation Response of *Stevia rebaudiana* Bertoni in Different Types of Cytokinin and Coconut Water Concentration. *Agrin Politeknik Negeri Jember*, 21(2), 146–154.
- Astuti, A. T., Noli, Z. A., & Suwirnen. (2019). Induksi Embriogenesis Somatik Pada Anggrek Vanda Sumatrana Schltr. dengan Penambahan Beberapa Konsentrasi Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D). *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)*, 7(1), 6–13.
- Basri, A. H. H. (2016). Kajian Pemanfaatan Kultur Jaringan dalam Perbanyakan Tanaman Bebas Virus. *Agrica Ekstensia*, 10(1), 64–73.
- Binte Mostafiz, S., & Wagiran, A. (2018). Efficient Callus Induction and Regeneration in Selected Indica Rice. *Agronomy*, 8(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy8050077>
- Brennan, E. B., & Mudge, K. W. (1998). Vegetative propagation of *Inga feuillei* from shoot cuttings and air layering. *New Forests*, 15(1), 37–51. <https://doi.org/10.1023/A:1006594207046>

- Caccere, R., Teixeira, S. P., Centeno, Danilo. C., Ribeiro, R. de C. L. F., & Braga, Marcia. R. (2013). Metabolic and Structural Changes During Early Maturation of *Inga vera* Seeds are Consistent With The Lack of a Desiccation Phase. *Journal of Plant Physiology*, 170(9), 791–800. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2013.01.002>
- Chika, S., Ismaini, L., & Armanda, D. T. (2022). Explant Sterilization Technique *Castanopsis argentea* (Blume) A.DC. with the addition of Ascorbic Acid and Sodium Hypochlorite (NaOCl) *In vitro*. *Berkala Ilmiah Biologi*, 13(2), 32–41. <https://doi.org/10.22146/bib.v13i2.4692>
- Christina D. (2023, October 19). *Tips on Growing Ice Cream Bean Trees*. Plantly.Io.
- Dewanti, P. (2018). Teknik Kultur Jaringan Tanaman : Prinsip Umum dan Metode Aplikasi di Bidang Bioteknologi Pertanian. Universitas Jember.
- Duke, J. (1983). *Inga edulis* Mart. In *Handbook of Energy Crops*. Purdue University, Center for New Crops & Plants Products.
- Endang, L. (2012). Pengaruh Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) dan 6-Benzylaminopurine (BAP) terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Anggrek *Dendrobium laxyflorum* J.J Smith secara *In vitro* [Skripsi]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Erawati, D. N., Taufika, R., & Adiwinata, D. A. (2023). Pengaruh Pemberian Sitokinin Terhadap Kalus Tembakau Varietas Na-Oogst (*Nicotiana tabacum* L.) Melalui Kultur *In vitro*. *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 288–295. <https://doi.org/10.25047/agropross.2023.470>
- Fatana, D., Suharli, L., & Sandra, E. (2024). Pembuatan Media MS (Murashigae and Skoog) dengan Tambahan Konsentrasi Zpt secara *In vitro*. *Jurnal Satwa Tumbuhan Indonesia*, 1(1), 9–14. <https://jurnal.uts.ac.id/index.php/jsti>
- Figuerola, F. Q., Zeel, M. M., Teyer, F. S., Herrera, R. R., & Vargas, V. M. L. (2002). Differential gene expression in embryogenic and non-embryogenic clusters from cell suspension cultures of *Coffea arabica*. *Journal of Plant Physiology*, 159, 1267–1270. <http://www.urbanfischer.de/journals/jpp>
- Fitriani, Y., Wijana, G., & Darmawati, I. A. P. (2019). Teknik Sterilisasi dan Efektivitas 2,4-D Terhadap Pembentukan Kalus Eksplan Daun Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) *In vitro*. *J. Agric. Sci. and Biotechnol*, 8(1). <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JASB>
- Hapsoro, D., & Yusnita. (2018). *Kultur Jaringan Teori dan Praktik*.

- Hendricks, R. (2023, July 18). *Ice Cream Bean Trees: Nature's Cotton Candy*. Epic Gardening.
- Herawan, T., Na'iem, M., Indrioko, S., Indrianto, A., Haryjanto, L., & Widowati, T. B. (2017). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Pada Induksi Kalus Embriogenik Klon Cendana (*Santalum album* Linn.). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 11(2), 151–158.
- Indah, P. N., & 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).
- Karunia Illahi, A., Ratnasari, E., & Dewi, S. K. (2022a). Pengaruh 2,4-D terhadap Pertumbuhan Kalus Daun *Diospyros discolor* Willd pada Media MS secara *in vitro*. *LenteraBio*, 11(3), 369–377. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index369>
- Karunia Illahi, A., Ratnasari, E., & Dewi, S. K. (2022b). Pengaruh 2,4-D terhadap Pertumbuhan Kalus Daun *Diospyros discolor* Willd pada Media MS secara *in vitro* The Effect of 2,4-D on Callus Growth of *Diospyros discolor* Willd in Media MS *in vitro*. *LenteraBio*, 11, 369–377. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index369>
- Khaniyah, S., Aini Habibah, N., & Sumadi. (2012). Pertumbuhan Kalus Daun Dewa [*Gynura procumbens* (Lour) Merr.] Dengan Kombinasi 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid dan Kinetin Secara *In vitro*. *Biosantifika*, 4(2), 98–105. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/biosantifika/Fax>.
- Kuswantoro, F., & Li'Aini, A. S. (2021). Germination biology of the exotic ice cream bean (*Inga edulis* Mart.) seed from Bedugul, Bali. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 948(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/948/1/012008>
- Lestari, E. G. (2010). Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*, 7(1), 63–68.
- Lima, E. C., Paiva, R., Nogueira, R. C., Soares, F. P., Emrich, E., & Silva, A. A. N. (2008). Callus Induction in Leaf Segments of *Croton urucurana* Baill. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(1), 17–22. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000100002>
- Lim, T. K. (2012). Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants. In *Fruits In Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants* (Vol. 2, pp. 715–719). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1764-0_80
- Lizawati. (2012). The Use of 2,4-D and TDZ to Induction Embryogenic Callus from Apical Bud Explant of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.). *Fakultas Pertanian Universitas Jambi*, 1(2), 75–87.

- Lizawati, Zulkarnain, & Neliyati. (2020). The Effect of 2,4-D and 2-iP on Callus Proliferation and Development on Immature Leaf Explants of Liberica Coffee (*Coffea liberica* L.). *Analele Universității Din Oradea, Fascicula Biologie*, 27(1), 39–42.
- Lojka, Dumas L, Preininger D, Polesny Z, & Banout J. (2010). The Use And Integration Of *Inga edulis* In Agroforestry Systems In The Amazon. *Agricultura Tropica Et Subtropica*, 43(4).
- Lubis, D. F. A., & Wiendi, N. M. A. (2013). *Induksi Embrio Somatik Kopi Robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) dengan Penambahan Auksin serta Sitokinin secara in vitro*. IPB.
- Mardiana, A. Ri. W., Dewanti, P., & Alfian, F. N. (2023). Pengaruh Konsentrasi 2,4-D dan Kinetin Pada Induksi dan Regenerasi Tebu Melalui Metode Thin Cell Layer. *Vegetalika*, 12(4), 356. <https://doi.org/10.22146/veg.81023>
- Parmana, D. (2015). *Pengaruh Konsentrasi Hormon 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid) Terhadap Induksi Kalus Daun Tembakau (Nicotiana tabacum L.) Melalui Kultur In vitro* [Skripsi]. Universitas Jember.
- Porto, D. S., Farias, E. do N. C., Chaves, J. da S., Souza, B. F., de Medeiros, R. D., Zilli, J. É., & da Silva, K. (2017). Symbiotic effectiveness of *Bradyrhizobium ingae* in promoting growth of *Inga edulis* mart. Seedlings. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*, 41. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20160222>
- Pramono, P. A. (2017). Induksi Kalus Jintan Hitam (*Nigella sativa* L.) dengan Menggunakan Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D dan Kinetin Melalui Teknik Kultur Jaringan [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Purwianingsih, W., Febri, S., & Kusdianti, K. (2016). Formation flavonoid secondary metabolites in callus culture of *Chrysanthemum cinerariifolium* as alternative provision medicine. *AIP Conference Proceedings*, 1708. <https://doi.org/10.1063/1.4941150>
- Ragapadmi Purnamaningsih, & Misky Ashrina. (2011). Pengaruh BAP dan NAA Terhadap Induksi Kalus dan Kandungan Artemisinin dari *Artemisia annua* L. *BeritaBiologi*, 10(4), 481–489.
- Rahayu, S., & Suharyanto. (2020). Induksi Kalus dengan 2,4D dan BAP pada Eksplan Daun Vegetatif dan Generatif Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.). *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(3), 479–486.
- Rahmadi, A., Wicaksana, N., Nurhadi, B., Suminar, E., Rakhmah Tenrisui Pakki, S., & Syariful Mubarak. (2020). Induksi Kalus pada Eksplan Daun Muda Tanaman Durian (*Durio Zibethinus* Murr.) Klon Baru Kamajaya

- dengan Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D dan Kinetin secara *In vitro*. *Jurnal Agrikultura*, 31(3), 222–227.
- Rasud, Y., & Bustaman, B. (2020). *In vitro* Callus Induction from Clove (*Syzigium aromaticum* L.) Leaves on Medium Containing Various Auxin Concentrations. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 67–72. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.67>
- Restiani, R., Barlin, N., & Aditiyarini, D. (2022). Effect of Methyl Jasmonate on Biomass and Saponin Content in Javanese Ginseng (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) Callus Culture. *Scholars Academic Journal of Biosciences*, 10(7), 154–158. <https://doi.org/10.36347/sajb.2022.v10i07.003>
- Rivai, R. R., & Helmanto, H. (2015). Induksi kalus *Chrysantemum indicum* untuk meningkatkan keragaman genetik dari sel somatik. *Semnas Biodiv*, 1(1), 167–170. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010129>
- Rodrigues, J. K., Cavalcanti, J. H. F., Silva, P. O., e Borges, E. E. D. L., Junior, A. D. R. N., & de Carvalho, G. J. F. (2021). Unraveling Relationships Of Prompt Germination Among Four Species Of *Inga* Mill Detected By Morpho-Anatomical And Histochemical Traits. *Flora*, 285. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.flora.2021.151941>
- Rofiqoh, I. (2018). Induksi Kalus Embriogenik *Carica pubescens* Lenne & K. Koch Menggunakan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) dan BAP (6-Benzylaminopurin) Secara *In vitro* [SKRIPSI]. Universitas Islam Negeri Maulana Ibrahim Malang.
- Rosmaina, Zulfahmi, Sutejo, P., Ulfiantun, & Maisupratina. (2015). Induksi Kalus Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack) Melalui Eksplan Daun dan Petiol. *Jurnal Agroteknologi*, 6(1), 33–40.
- Rusdianto, & Indrianto, A. (2012). Induksi Kalus Embriogenik Pada Wortel (*Daucus carota* L.) Menggunakan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D). *Bionature*, 13.
- Sapsuha, Y., Soetrisno, D., & Kustantinah. (2011). Induksi Kalus dan Embriogenesis Somatik *In vitro* pada Lamtoro (*Leucaena leucocephala*). *Jurnal Ilmu Ilmu Hayati (LIPI)*, 5.
- Sari, M., & Isda, M. N. (2021). The Response of Callus Formation from *Tacca Chantrieri* Leaves with Various Concentrations of 2,4-D and BAP by *In vitro*. *Jurnal Biologi UNAND*, 9(1), 8–17. <https://doi.org/10.25077/jbioua.9.1.8-17.2021>
- Sekar, A. A., Restiani, R., & Prasetyaningsih, A. (2023). Induksi Kalus dari Eksplan Nodus *Stelecocharpus burahol* (Blume) Hook. f & Thomson Sebagai Upaya Konservasi *In vitro*. *BIOTIKA*, 21(1).

- Setiawati, T., Alma, A., & Witri, A. (2019). Induksi Kalus Krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) dengan Penambahan Berbagai Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). *Jurnal EduMatSains*, 3(2), 119–132.
- Silva, E. M., Souza, J. N. S., Rogez, H., Rees, J. F., & Larondelle, Y. (2007). Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region. *Food Chemistry*, 101(3), 1012–1018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.055>
- Simbolon, D., Damanik, R. I. M., & Rosmayati. (2017). Karakteristik Kalus Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan Pemberian 2,4D dan Kinetin pada Kondisi Hipoksia Secara *In vitro*. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 5(4), 837–847.
- Sinaulan, J. S., Lengkong, E. F., & Tulung, S. (2018). Respon Pembentukan Kalus Embrionik Tanaman Krisan Kulo (*Chrysanthemum morifolium*) Terhadap Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Sitokinin. *Jurnal Unsrat*, 10.
- Sitorus, E. N., Hastuti, E. D., & Setiari, N. (2011). Induksi Kalus Binahong (*Basella rubra* L.) Secara *In vitro* Pada Media Murashige & Skoog Dengan Konsentrasi Sukrosa Yang Berbeda. *Jurnal Bioma*, 13(1).
- Soares, G. de A. (2003). Induksi Kalus Pada Eksplan Daun dan Internodus *Inga zeiro*.
- Sridhar, T. M., & Naidu, C. V. (2011). An Efficient Callus Induction and Plant Regeneration of *Solanum nigrum* (L.)-An Important Antiulcer Medicinal Plant. *Journal of Phytology*, 3(5), 23–28. www.scholarjournals.org/www.journal-phytology.com
- Stein, V. C., Paiva, R., Herrera, R. C., & Vargas, D. P. (2010). Curva de crescimento e índice de divisão celular de calos de *Ingazeiro*. *Revista de Ciências Agrárias*, 53(2), 159–163. <https://doi.org/10.4322/rca.2011.022>
- Supriy, J. (2012). *Ice cream bean tree: Sweetness by the scoop*.
- Syabana, M. A., Rohmawati, I., & Ningsih, P. (2015). *In vitro* Marasi Plant (*Curculigo latifolia*) using different concentration of NAA (Naphthalene Acetic Acid) and BAP (Benzyl Amino Purine). In *Jur. Agroekotek* (Vol. 7, Issue 1).
- Sylvia. (2020, July 30). *Health Benefits of Ice Cream Bean*. Healthbenefitstimes.Com.
- Utami, E. S. W., Soemardi, I., Taryono, & Semiarti, E. (2007). Embriogenesis Somatik Anggrek Bulan *Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl: Struktur dan Pola Perkembangan. *Journal of Biological Research*, 13, 33–38.

- Wahyuni, A., Satria, B., & Zainal, A. (2020). Induksi Kalus Gaharu dengan NAA dan BAP Secara *In vitro*. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*, 22(1), 39. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v22i1.36007>
- Waryastuti, D. E., Setyobudi, L., & Wardiyati, T. (2017). Pengaruh Tingkat Konsentrasi 2,4-D dan BAP Pada Media MS Terhadap Induksi Kalus Embriogenik Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(1), 140–149.
- Widodo, T. (2021). Respon Kecambah Biji Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) Terhadap Penambahan BAP dan NAA Secara *In vitro* [Skripsi]. Universitas Islam Riau.
- Wulandari, S., Sholihatun Nisa, Y., Indarti, S., Taryono, & Rr Rahmi Sri Sayekti. (2021). Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan. *Agrinova: Journal of Agrotechnology Innovation*, 4(2), 16–19. <https://jurnal.ugm.ac.id/Agrinova/>
- Yaacob, J. S., Ramli, M. A., Abd Rahim, M. H., Robert Selvaraj, A. M., & Nyanasaigran, L. (2022). Comparative Analysis on the Role of 2,4-dichlorophenoxyacetic Acid in the Expression of Bioactive Compounds in Callus of *Capsicum frutescens*. *Sains Malaysiana*, 51(10), 3171–3182. <https://doi.org/10.17576/jsm-2022-5110-05>
- Yelnitis. (2021). Pembentukan Embrio Somatik dari Eksplan Daun Ramin, Spesies Tanaman Langka. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 15(2), 131–137.
- Yulianti, F., Purwito, A., Husni, A., & Dinarti, D. (2015). Induksi Tetraploid Tunas Pucuk Jeruk Siam Simadu (*Citrus nobilis* Lour) Menggunakan Kolkisin secara *In vitro*. *Jurnal Agron*, 43(1), 66–71.
- Ziraluo, Y. P. B. (2021). Metode Perbanyakan Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* Poiret) dengan Teknik Kultur Jaringan Atau Stek Planlet. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(3).
- Zulkarnain. (2009). *Dasar-Dasar Hortikultura*. <https://www.researchgate.net/publication/259472308>