

**UJI ZEATIN DAN IAA TERHADAP TANAMAN JERUK NIPIS
LIMAU KAPAS (*Citrus Aurantifolia.L*) SECARA IN VITRO**

OLEH :

MUHAMMAD YASIR

NPM. 144110182

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian*



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

**UJI ZEATIN DAN IAA TERHADAP TANAMAN JERUK NIPIS
LIMAU KAPAS (*Citrus Aurantifolia.L*) SECARA IN VITRO**

SKRIPSI

OLEH :

NAMA : MUHAMMAD YASIR
NPM : 144110182
PROGRAM STUDI : AGROTEKNOLOGI

MENYETUJUI

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Hj. T. Rosmawaty, M.Si

Ir. Sulhaswardi, M.P

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Islam Riau

Ketua
Program Studi Agroteknologi

Dr. Ir. Hj. Siti Zahra, M.P

Drs. Maizar, MP

ABSTRAK

Uji Zeatin dan IAA Terhadap Tanaman Jeruk Nipis Limau Kapas (*Citrus Aurantifolia.L*) Secara In Vitro. Ini telah dilaksanakan di labor bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution Km 11 no. 113, Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan, dari bulan agustus 2019 sampai januari 2020. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui interaksi dan pengaruh utama Zeatin dan IAA terhadap pertumbuhan Jeruk Nipis Limau Kapas (*Citrus Aurantifolia.L*) Secara In Vitro. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap faktorial 3 x 4, faktor pertama adalah Zeatin dengan 3 taraf perlakuan, yaitu: 0 ppm, 0,1 ppm, dan 1 ppm sedangkan faktor kedua IAA yaitu: 0, 0,1, 1 dan 10 ppm sehingga diperoleh 12 kombinasi perlakuan, dengan 3 kali ulangan, maka ada 36 unit percobaan. Masing-masing unit terdiri dari 1 botol, dalam 1 botol terdapat 2 tanaman yang dijadikan sampel sehingga didapat keseluruhan tanaman pada penelitian ini adalah 72 tanaman. Parameter pengamatan adalah persentase hidup ekplan, umur muncul tunas, umur muncul akar, tinggi tunas tertinggi, jumlah tunas, jumlah daun. Data pengamatan dianalisis secara statistik dan dilanjutkan dengan uji lanjut BNJ pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Interaksi Zeatin dan IAA memberikan pengaruh terhadap umur muncul tunas, umur muncul akar, tinggi tunas tertinggi, jumlah tunas dengan perlakuan terbaiknya adalah Zeatin 1 ppm dan IAA 10 ppm (Z_1I_1). Pengaruh utama Zeatin berpengaruh terhadap semua parameter pengamatan dengan perlakuan terbaik adalah 0,1 ppm (Z_1) Pengaruh utama IAA memberikan pengaruh terhadap semua parameter pengamatan, yaitu 0,1 ppm (I_1).

Kata Kunci : *Jeruk Nipis Limau Kapas, Zeatin, IAA.*

KATA PENGANTAR

Puji serta rasa syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhannahu wata'ala karena atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Uji Zeatin dan IAA Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jeruk Nipis Limau Kapas (*Citrus aurantifolia.J*) Secara *in Vitro*”. Skripsi ini berisikan hasil dan juga pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pertanian.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ir. Hj. T. Rosmawaty, M.Si sebagai pembimbing I dan Ir. Sulhaswardi, M.P sebagai pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan serta arahan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dekan, kepada Ketua Program Studi Agroteknologi, Bapak/ ibu Dosen, dan Staff Fakultas Pertanian. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orangtua, teman-teman asrama, teman-teman kelas Agroteknologi C serta semua pihak yang telah membantu baik moral maupun materil dalam pelaksanaan penelitian ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang tidak diketahui penulis, karena itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun dari semua pihak untuk perbaikan penulisan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap skripsi ini memberikan manfaat bagi kita semua, aamiin ya rabbal a'lamiin.

Pekanbaru, November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
III. BAHAN DAN METODE.....	17
A. Tempat dan Waktu	17
B. Bahan dan Alat.....	17
C. Rancangan Percobaan	17
D. Pelaksanaan Penelitian.....	19
E. Parameter Pengamatan.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
A. Persentase Hidup Eksplan (%).....	22
B. Umur Muncul Akar (Hst).....	25
C. Umur Muncul Tunas (Hst).....	27
D. Jumlah Tunas (Batang).....	28
E. Tinggi Tunas Tertinggi (cm).....	30
F. Jumlah Daun (Helai)	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
RINGKASAN	34
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Kombinasi Perlakuan Zeatin dan IAA	18
2. Rerata persentase hidup eksplan jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan zpt Zeatin dan IAA (%)	25
3. Rerata umur muncul akar jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan zpt Zeatin dan IAA (hst)	26
4. Rerata umur muncul tunas jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan zpt Zeatin dan IAA (hst)	27
5. Rerata jumlah tunas jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan zpt Zeatin dan IAA (batang)	29
6. Rerata tinggi tunas tertinggi jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan zpt Zeatin dan IAA (cm)	30
7. Rerata jumlah daun jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan zpt Zeatin dan IAA (helai)	32

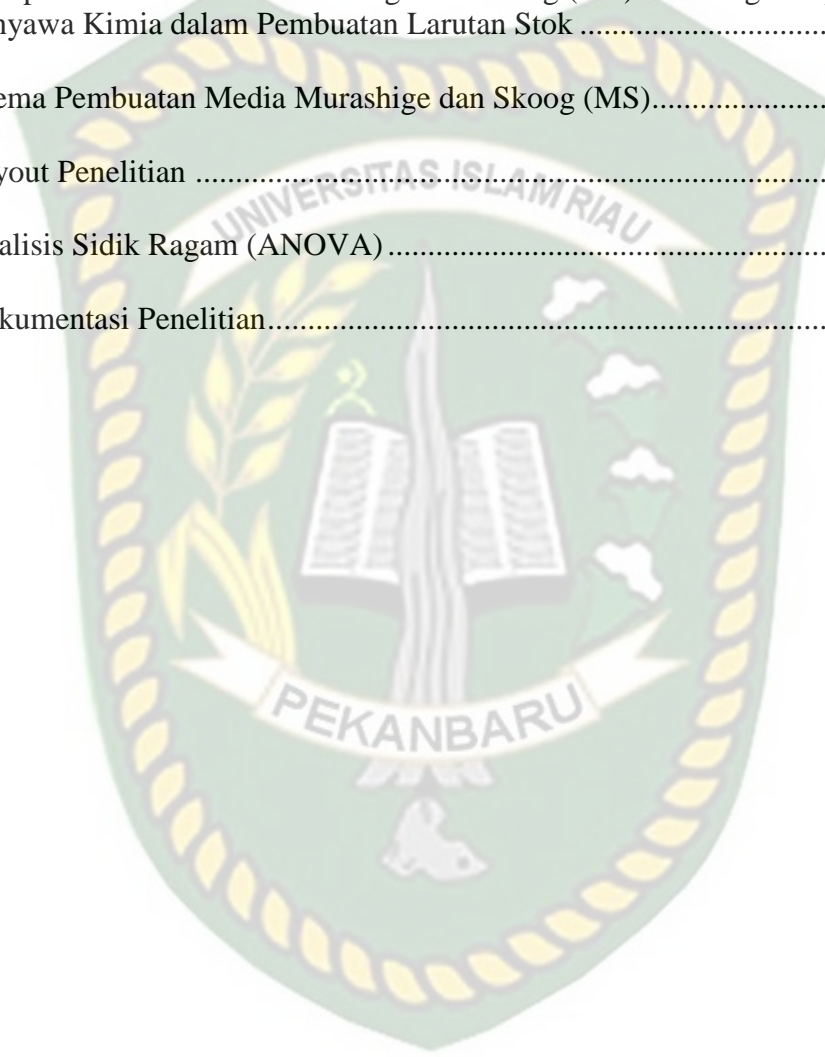
DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Rumus Kimia IAA.....	13
2. Rumus Kimia Zeatin	15



DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal Kegiatan Penelitian	36
2. Komposisi Media Dasar Murashige dan Skoog (MS) dan Pengelompokan Senyawa Kimia dalam Pembuatan Larutan Stok	37
3. Skema Pembuatan Media Murashige dan Skoog (MS).....	38
4. Layout Penelitian	44
5. Analisis Sidik Ragam (ANOVA).....	40
6. Dokumentasi Penelitian.....	42



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*. J) merupakan salah satu jenis sayuran yang telah lama digunakan masyarakat Indonesia dalam masakan dan obat-obatan. Dalam pengobatan tradisional jeruk nipis memiliki khasiat yang ampuh seperti antitusif, antipiretik dan pengobatan nyeri dada (Depkesos RI, Marina Silalahi, 2020).

Bagian dari pohon limau dapat digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, termasuk batang, bunga, buah dan daun. Jus lemon yang dicampur dengan sedikit garam bisa digunakan untuk mengobati sakit tenggorokan. Jeruk nipis banyak digunakan dalam penurunan demam, obat batuk, antiseptik, antiseptik, anti inflamasi, antibakteri dan pengusir nyamuk (Harismayanti, 2015). Daun dan bunga linden dapat digunakan untuk mengobati tekanan darah tinggi, batuk, sakit tenggorokan, demam, malaria, jerawat dan luka bakar (Triayu, 20011). Jeruk nipis mengandung bahan kimia yang bermanfaat seperti asam sitrat, asam amino, minyak atsiri, otak, glikosida, asam sitrat, lemak CDAB, kalsium, fosfor, besi, belerang, vitamin B1 dan C (Lauma et al., 2015). Daunnya sendiri mengandung banyak zat biologis seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, tanin dan steroid. Senyawa ini, dengan menggunakan berbagai metode, memberikan sifat bakteri pada daun jeruk, dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan merusak dinding sel, merusak sel sitoplasma, mengubah struktur molekul, protein inti dan asam serta zat lainnya. enzim bakteri (Pelczar dalam Kharimayanti, 2015). Kombinasi keduanya yaitu fenol dan flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan (Fajarvati, 2013). Daun jeruk nipis bermanfaat dalam pengobatan

pilek dan malaria, dan tincture menurunkan demam yang berhubungan dengan demam (Kulit menguning dan putih mata karena warna buah zakar atas), penyakit tenggorokan dan sakit kepala (Harismayanti, 2015).

Keberadaan benih yang baik berperan penting dalam perkembangan tanaman jeruk, apalagi jika tanaman ini tergolong tahunan. Kualitas biji lemon ditentukan tidak hanya oleh daunnya tetapi juga oleh rimpangnya. Kombinasi akar unggul dan unggul dengan akar yang cocok dengan tanah dan lingkungan tumbuh; tahan terhadap hama dan penyakit akar; dan cara memanfaatkan sampah; menghasilkan buah jeruk yang berkualitas tinggi (Rahayu dalam Ilvi Rahmi et al, 2010).

Keberhasilan budidaya jeruk nipis diawali dengan produksi benih yang baik. Benih yang bersih dan sehat bebas dari penyakit dan hama merupakan tanda benih yang baik. Benih seperti itu memberi tanaman berkualitas baik. Mencoba mendapatkan benih yang banyak, yang sebagian besar serupa, akan sulit didapat dalam jangka pendek. .

Kultur sel adalah suatu cara memilih galur tanaman yang telah dibersihkan dan menghasilkan yang baru dalam waktu singkat dari banyak hama dan penyakit (Gunawan dalam Ilvi Rahmi et al., 2010). Teknik perbanyakan tanaman dilakukan dengan cara mengisolasi bagian tanaman baik organ, jaringan, sel dan selanjutnya mengkultur bagian tanaman tersebut pada suatu media tanam dengan kondisi lingkungan steril dan terkendali hingga membentuk tanaman lengkap kembali (Basri, dalam Arianto 2013). Tanaman yang dihasilkan dengan teknik ini mempunyai sifat yang sama dengan induknya, dapat diperbanyak setiap saat tanpa tergantung musim, bebas penyakit, seragam dan dapat dihasilkan dalam jumlah besar dalam waktu yang relatif lebih singkat.

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik bukan hara, yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat mengubah proses fisiologi tumbuhan. Fungsi ZPT tersebut adalah untuk merangsang pertumbuhan morfogenesis dalam bentuk sel, jaringan dan organ (Gunawan dalam Ilvi Rahmi dkk 2010). Menurut Harjadi (2012), dalam kultur jaringan yang sering digunakan adalah golongan auksin dan sitokinin, dan Zeatin.

Zeatin merupakan kelompok hormon sitokinin yang tergolong alami dan dapat diisolasi dari jagung. Jagung mengandung hormon Zeatin yang dapat mensuplai asam amino, karbohidrat, nutrisi, dan nutrisi bagi tanaman (Damis et al., 2015).

IAA dapat digunakan sebagai auksin dalam kultur sel tanaman, tetapi mudah teroksidasi dalam media nutrisi dan dengan cepat dimasukkan ke dalam sel tanaman. Namun, sifat ini mungkin diperlukan karena pada beberapa tanaman kalus yang diinduksi IAA (bersama dengan sitokinin) sering menyebabkan aborsi yang berhasil atau degenerasi embrio. (Sharma, 1981).

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul uji Zeatin dan IAA terhadap pertumbuhan jeruk nipis limau kapas (*Citrus aurantifolia.J*) secara *in vitro*.

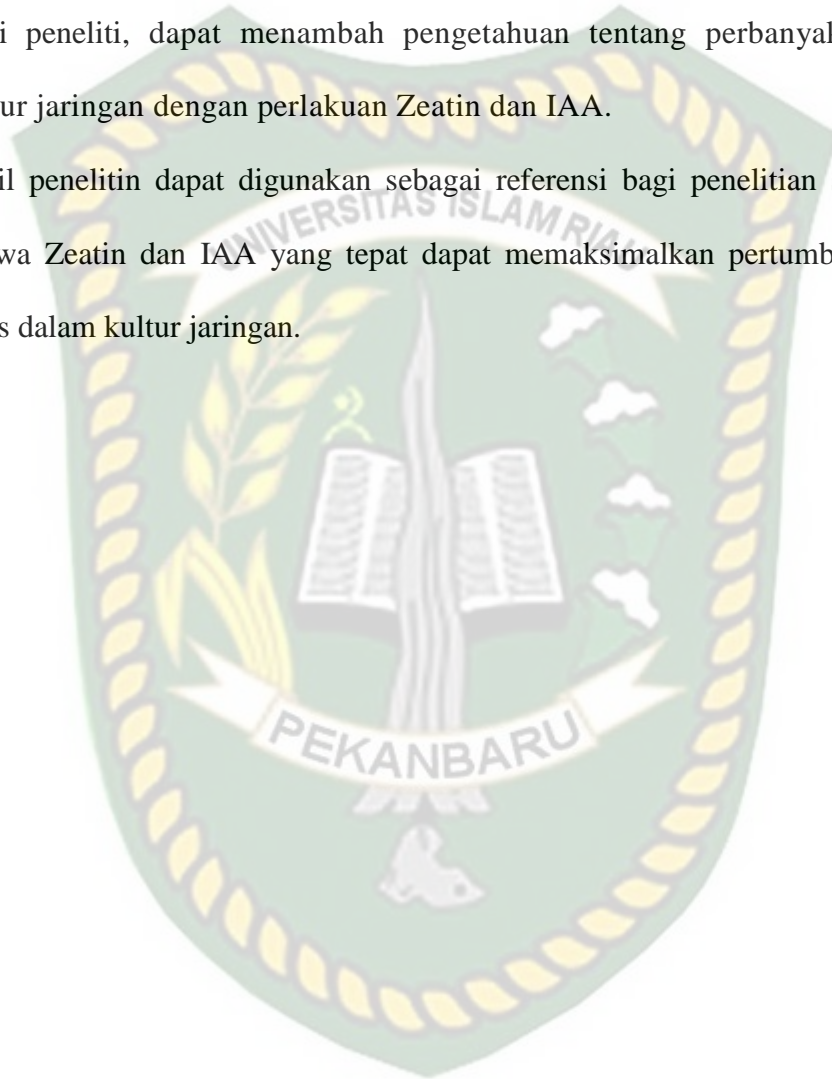
B. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh interaksi Zeatin dan IAA terhadap Tanaman jeruk nipis limau kapas secara *In-vitro*.
2. Untuk mengetahui pengaruh utama konsentrasi Zeatin terhadap Tanaman jeruk nipis limau kapas secara *In-vitro*.

3. Untuk mengetahui pengaruh utama konsentrasi IAA terhadap Tanaman jeruk nipis limau kapas secara *In-vitro*.

C. Manfaat

1. Salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertaian
2. Bagi peneliti, dapat menambah pengetahuan tentang perbanyakan secara kultur jaringan dengan perlakuan Zeatin dan IAA.
3. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya bahwa Zeatin dan IAA yang tepat dapat memaksimalkan pertumbuhan jeruk nipis dalam kultur jaringan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Sebagai umat islam yang tunduk kepada Allah SWT kita telah ditunjukkan banyak tanda tanda kebesarannya, salah satu tanda kebesarannya ialah konsep yang digunakan dalam kultur jaringan tanaman. Komposisi media yang digunakan dalam kultur jaringan adalah senyawa kimia yang terlarut kedalam air seperti dijelaskan dalam QS An-Nahl: 11

Artinya : *“Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untuk kamu tanaman-tanaman, zaitun, kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir”*.

Ayat yang menjelaskan tentang tanaman yang bermacam manfaat sebagai sumber makanan dalam QS Ar-Ra'd: 4. Artinya: *“dan dibumi terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon kurma yang bercabang, disiram dengan air yang sama. Kami melebihkan sebagian tanaman-tanaman atas sebagian yang lain dalam rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir”*. Kedua ayat tersebut menjelaskan tentang penciptaan tanaman dan konsepnya dalam pertanian. Tanaman-tanaman yang memiliki aciri khas tertentu seperti bentuk, struktur, rasa, serta manfaatnya yang berbeda-beda. Salah satu contoh tanaman yang memiliki buah atau daun yang kaya akan manfaat yaitu tanaman jeruk nipis.

Serai adalah pohon buah tahunan dari Asia. Ratusan tahun yang lalu, lemon alami dan buatan ditanam di Indonesia. Kapur selalu tersedia sepanjang tahun. Kualitas jeruk nipis tidak dapat ditentukan dari ukuran buahnya, melainkan

dari warna, kemurnian dan struktur kulitnya. Perlu untuk mempertimbangkan peremajaan kulit, penipisan kulit, banyak air. Kulit lemon berukuran kecil dan sedang lebih tipis daripada orang dewasa. Lyme memiliki nama ilmiah *Citrus aurantifolia*. Jeruk nipis atau jeruk nipis adalah pohon buah dengan nama yang sama. Tumbuhan ini sering digunakan pada buah-buahan bulat berupa bawang hijau atau kuning dengan diameter 3,5 - 5 cm, biasanya dengan daging yang pahit. Selain di Indonesia, jeruk nipis dikenal di belahan dunia lain seperti Amerika dan Eropa.

Asal dan penyebaran jeruk nipis berasal dari Asia Tenggara. Jeruk nipis memiliki beberapa nama daerah di Sumatera Ace: Kelangsa, Sumatera Barat: Tanjung Limau. Jawa Sunda : Sokay, Jawa : Pecel Jeruk, Madura : Durga Jeruk. Sokay Nusa Tenggara, Kaputungan, Bali: Lemo, Bima: Dongaceta, Flores: Mudutelong, Sawu: Jeru, Salor: Mudakeneo, Roti: Delomaki. Kalimantan Lemau kapur, Sulawesi Lemau daanyeer, Bugis: Lemo Kapasa, Makassar: Lemo kadasa. Maluku Buru: Puhat em nepi, Ahusi hinsi, Seram: aupsifis, inta, lemonepis, ausinepis, Ambon: Usinepesa, Halmahera: Wanabeuda. Di negara lain *Citrus Aurantifolia* memiliki nama sendiri, misalnya Malaysia disebut kapur Assam, dan di Eropa dan Amerika disebut kapur, kapur kapur atau kapur populer (Dalimarta, S. 2007). Jeruk *aurantifolia* disebut jeruk nipis. Klasifikasi tumbuhan ini adalah sebagai berikut: Negara: Plantae, Kelas: Spermatophyta, Kelas: Angiospermae, Kelas: Dicotyledons, Ordo: Rutales, Biji: Rutacytes, Biji: Lemon, Spesies: *Citrus aurantifolia* (Cristm.) Swingle.

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) merupakan salah satu jenis jeruk ceri. Jeruk nipis adalah jenis perdu dengan banyak cabang dan ranting. Tingginya sekitar 0,5-3,5 m, tubuhnya keras, berduri dan keras. Jika kulit sudah tua dan

kusam. Daunnya berbentuk elips, elips dengan tepi membulat, tepi membulat dan tepi membulat. Daunnya berukuran panjang 2,5-9 cm dan lebar 2-5 cm. Daunnya berdaun, hijau dan lebar 5-25 mm.

Bunganya bercampur dan tumbuh di ujung daun atau batang dengan diameter 1,5-2,5 cm. Apel berukuran 4-5 cangkir dengan diameter 0,4-0,7 cm, dengan warna oranye dan batang kekuningan. Apel berukuran 4-5, berbentuk telur atau lanset, panjang 0,7-1,25 cm, lebar 0,25-0,5 cm, putih.

Tanaman jeruk nipis mulai berbuah saat berumur 2,5 tahun. Buahnya berwarna hijau atau kuning (kulit luar), seperti bola pingpong dengan diameter 3,5-5 cm. Tanaman jeruk nipis memiliki akar. Rasa buah jeruk nipis yang tua pahit. Pohon jeruk lebih menyukai tempat yang cerah (CCRC, 2011).

Jeruk nipis mengandung bahan kimia yang bermanfaat, seperti: asam sitrat, asam amino (triptofan, lisin), minyak atsiri (sital, limonene, felandrene, kapur barus lemon, kardina, geranium-l-asetat, linali-asetat, actilaldehyde, nonyldehide), otak, glikosida. , asam sitrat, lemak, kalsium, fosfor, besi, perak, vitamin B1 dan C. Selain itu, jeruk nipis mengandung sapon dan flavonoid (heperidine (heperetin) 7-rutinoside), mandarin, naringin, erocitrin. , erositrosida. Hesperidin memiliki sifat anti-inflamasi, antioksidan dan menghambat sintesis prostaglandin. Hesperidin juga menghambat azoxymethane (AOM), yang menyebabkan kanker usus besar pada kelinci, dan N-butyl-N- (4-hydroxy-butyl) nitrosamine, yang menyebabkan kanker prostat pada tikus (Chang, 2001). Jeruk nipis mengandung 7% minyak atsiri yang mengandung citral, limonene, fenchon, terpineol, bisabolene dan terpenoid lainnya. Guo dkk. (2006) mempelajari kemampuan D-limonene untuk menghambat penyebaran penyakit melalui apoptosis sel HL-60 dan K562.

Del Leo dan Del Bosco dalam Rijar (2019) mempelajari naringin dan hesperidin dari santan dan menemukan bahwa naringin dan hesperidin membantu menghentikan pertumbuhan sel kanker, mengurangi pembentukan tumor dan agen kimia pada kanker. Selain itu, hesperidin dapat mengurangi lipopolisakarida, yang dapat menyebabkan efek hepatotoksik pada tikus. Studi lain oleh Zhang et al (2012) menunjukkan bahwa hesperidin memiliki efek sitotoksik pada sel melanoma B16 pada tikus. Menurut Grapefruit Juice and Medicines, naringin dapat menghambat CYP3A4 dan CYP1A2 sebagai enzim yang memicu kanker.

Kultur sel adalah proses pencucian bagian tanaman berupa sel, sel atau organ dalam kondisi aseptik secara *in vitro* yang ditunjukkan dengan kondisi perilaku aseptik, dengan nutrisi sintetik, absolut, zat pengatur tumbuh (ZPT) dan kondisi. ruangan, temperatur dan kelembaban serta kontrol cahaya (Yusnit, 2013).

Kultur sel adalah metode menanam tanaman dalam waktu singkat dan menghasilkan tanaman yang sama. Teknik gemuk dapat digunakan untuk melindungi dari kuman sebagai kuman (oleh Karjadi) Bukhori, 2008). Menurut Pierik (1987), kultur *vitro* berasal dari kata-kata "Budaya" - pertanian, dan "cermin" - transparansi. Budaya *In vitro* adalah pencucian sel, lemak atau organ dalam kaca bening (cermin) untuk membuat tanaman lengkap. pengendalian lingkungan. Dari penelitian Rosmaina et al (2015) Petiolus atau petiole pasak dapat digunakan sebagai sumber kekosongan pada budidaya pohon karena memiliki kemampuan merangsang kalus dengan cepat. 2,4-D dan beberapa BAP dapat menyebabkan ledakan pasak kalus dalam jangka pendek.

Kultur jaringan adalah proses isolasi aseptik dan proliferasi bagian tanaman, seperti protoplasma, sel atau organ, sehingga daerah tersebut dapat tumbuh dan menjadi tanaman yang lengkap (Gunawan, Ilvi Rahmi, dll, 2010).

Kultur lemak pertama kali diterapkan pada anggrek Morel (1964) dan kemudian pada tanaman lain.

Teori sel, atau teori totipotensial yang terkenal yang dikemukakan oleh Schwan dan Schleiden (1824) dan Sulistiawan (2015), menyatakan bahwa semua sel tumbuhan hidup memiliki cara fisiologis untuk tumbuh dan membudidayakan seluruh pohon. Jika semua informasi dan keadaan benar. . Sel-sel ini adalah sel biologis terkecil yang dapat melakukan berbagai fungsi biologis, seperti metabolisme, reproduksi, pertumbuhan, dan pembaruan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel dalam proses pertumbuhan sel antara lain sumber benih (bagian tumbuhan), lingkungan, hormon, pengatur tumbuh (ZPT) dan lingkungan fisik dalam kultur sel.

Efektivitas kultur sel sebagian besar tergantung pada pagar yang digunakan dan lingkungan tumbuh. Menurut Gunawan (1992), eksplan adalah bagian tumbuhan yang secara tradisional digunakan sebagai obyek kreatif. Peningkatan pencernaan meliputi garam mineral, sumber karbohidrat, vitamin, penghambat pertumbuhan dan nutrisi lain seperti nitrogen organik dan asam organik (Hamburg dan Skyleyuk, 1981). Menurut Wetherell (1982), langkah pertama dalam pengujian kultur sel adalah membersihkan kulit. Hal ini dilakukan untuk membersihkan sel-sel yang tidak subur dan membebaskan mereka dari pertumbuhan bahan nutrisi dalam kondisi aseptik.

Karbohidrat dalam kultur sel merupakan sumber energi dan tekanan osmotik menyerupai tekanan normal. 2-5% sukrosa digunakan sebagai sumber karbon (Pierre, 1987). Asam amino tertentu, seperti analin, asam glutamat dan glutamin, dapat merangsang pertumbuhan ginjal (Staba, 1982).

pH adalah faktor lingkungan yang spesifik. Sebuah pH 5-6 diperlukan untuk pertumbuhan sel (Katuuk, 1989). Keuntungan pembawa pH adalah bahwa mereka menjaga integritas membran sel dengan membantu menyerap nutrisi dan mengontrol penyimpanan garam (George dan Sherrington, 1984). Jika pH terlalu tinggi, dapat dikurangi dengan menambahkan HCl, dan jika terlalu rendah, dapat ditambahkan NaOH (0,1-1,0 M) untuk menaikkan pH. pH yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terhentinya pertumbuhan pupuk, dan jika pH terlalu rendah, IAA dapat menjadi stabil (Pierck, 1987).

Hormon yang terdapat pada tumbuhan disebut fitohormon. Fitohormon adalah komponen alami yang diproduksi oleh tumbuhan. Senyawa ini berperan dalam merangsang dan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan sel, sel dan organ dengan merangsang diferensiasi spesifik. Kombinasi lain dengan aksi hormon sejenis yang berlebihan adalah pengatur tumbuh atau hormon sintetik (Pierre, 1987).

Hormon sintetik tambahan adalah zat pengatur tumbuh (Hendrayono dan Wijayani, 1994). Pengendalian pertumbuhan (GPT) adalah komponen alami yang melibatkan pemindahan bagian dari satu tanaman ke tanaman lain. ZPT dapat menginduksi reaksi fisik, kimia, biokimia dan morfologi pada masa muda (Wattimena, 1988; Salisbury dan Ross, 1995). Menurut Wattimen (1988), peran ZPT dalam pertumbuhan dan perkembangan budaya sangatlah penting. ZPT memulai reaksi biokimia dan mengubah struktur kimia bahan tumbuh, menghasilkan pembentukan organ tanaman seperti akar, daun, bunga, dll. Bale (2000) menambahkan bahwa ZPT berpengaruh pada pagar bila diberikan dalam jumlah kecil (0,001 M sampai 10 M). Pada tingkat rendah, penggunaan ZPT telah berhasil mengendalikan inisiatif dan perkembangan membran dan daun serta akar

embrio dalam media padat atau cair. Selain hormon buatan, bahan alami seperti air kelapa, pisang dan tomat ditambahkan ke dalam media. Penggunaan hormon sintetik dan bahan alami dapat ditambahkan pada media yang sama, namun kombinasi keduanya tidak jarang.

Kehadiran ZPT dalam kultur lemak terbukti. Faktanya, Pierik (1997) dan Zulkarnain (2012) berpendapat bahwa sangat sulit menggunakan metode pertumbuhan sel untuk menanam tanaman tanpa ZPT. Penggunaan ZPT dalam kultur lemak tergantung pada stimulasi pertumbuhan sel tanaman esensial. Sitokinin sering digunakan dalam peradangan, tetapi auksin digunakan untuk menyebabkan saluran akar atau kalus. Namun, keduanya sering diperlukan tergantung pada rasio sebagai proporsi sitokinin terhadap auksin atau sebaliknya.

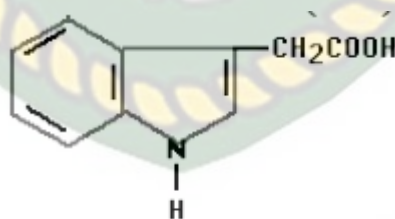
Kontrol pertumbuhan yang biasa digunakan dalam kultur in vitro terdiri dari lima kelompok, yaitu auksin, sitokinin, giberelin, asam absisat dan etilen. Kelompok ZPT utama dalam kultur lemak adalah auksin dan sitokinin (Gunawan, Ilvi Rahmi et al., 2010). Perbandingan dan interaksi auksin dan sitokinin dalam perangkat tradisional menentukan mekanisme morfogenesis dalam pembuatan dan perbaikan kapal (Wattimena et al., 1992; Prakash, 2004). Penggunaan kadar auksin dan sitokinin dalam produksi tunas dan akar dapat bervariasi dalam satu benih, spesies dan spesies tanaman di Ianditya (2021) (Torres, 1989). Menurut Wetherell (1982), sitokinin dan auksin memiliki efek yang berlawanan, sehingga perlu dipertimbangkan perbandingan kedua media ZPT tersebut. Kadar sitokinin auksin yang tinggi baik untuk tunas, dan kadar sitokinin auksin yang rendah baik untuk akar.

Auksin banyak digunakan dalam media jaringan untuk merangsang kalus, proliferasi sel, aktivasi pembuluh darah dan vaskular, dan stimulan embrionik

somatik. Auksin juga digunakan dalam Ianditya (2021) untuk merizema dan olahraga (Torres, 1989). Auksin yang rendah dapat memicu timbulnya trombosis vena, sedangkan stimulasi yang kuat dapat merangsang pembentukan kalus (Byl, 2000).

Beberapa auksin yang paling umum digunakan adalah: NAA (asam naftalena asetat), IAA (asam indol asetat) dan IBA (asam lemak indole). Penggunaan auksin (NAA, IAA, IBA dan auksin lainnya) berperan dalam banyak aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Salisbury dan Ross (1992) menjelaskan bahwa auksin sintetik seperti IAA dan IBA banyak digunakan untuk mendorong pertumbuhan tanaman berkayu dan rapuh.

Auksin sintetik yang paling umum digunakan dalam kultur sel adalah IAA (Indole-3-acetic acid); IBA (asam lemak Indole-3); NAA (asam 1-naftilasetat); 2,4-D (asam 2,4-diklorofenoksiasetat); 2,4,5-T (asam 2,4,5-triklorofenoksiasetat); Dicamba (asam 2-metoksi-3,6-diklorobenzoat); MCPA (asam 2-metil-4-klorofenoksiasetat); NOA (asam 2-naftiloksiasetat); dan Picloram (asam 4-amina-2,5,6-triklorikolat) (Anonim, 2003).



Indole-3-acetic acid (IAA)

Gambar 1. Rumus Kimia IAA (Sumber: Pintarbiologi.com)

IAA adalah satu-satunya auksin alami atau sintesis yang ditemukan pada tumbuhan. Auksin lainnya adalah auksin sintetik dengan mekanisme kerja yang mirip dengan auksin endogen (Torres, 1989) dalam Yanditya (2021). Fatmawati

Saifuddin (2016) melaporkan dalam penelitiannya bahwa IAA dengan dosis 5 mg/l memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kadar air akhir sebesar 0,390 gram jaringan besi tumbuh tanaman. Selain itu, menurut Nabila Izitgari (2016), daun bit hitam stimulasi kalus IAA 0,5 mg/l ditambah BAP 2,0 mg/l menunjukkan hasil yang paling cepat selama 8-9 hari kalus.

Menurut Wattimen (1988), faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas auksin sintetik adalah: 1) kemampuan senyawa menembus epidermis, 2) perubahan pada membran sel. tumbuhan, 3) konversi auksin secara bersama-sama. lapisan tidak aktif. tanaman (kerusakan atau kontak), (4) interaksi dengan hormon pertumbuhan lainnya, (5) spesies tanaman, (6) proses pertumbuhan dan (7) lingkungan (suhu, radiasi dan kelembaban).

Penentuan tingkat konsentrasi induksi pertumbuhan tergantung pada jenis atau struktur organ, pola kultur lemak dan tingkat kultur sel (pembentukan kalus, indeks, saluran akar, dll) (Wattimena et al., 1992). Gunawan (1992) menambahkan bahwa jenis dan konsentrasi auksin dipilih sesuai dengan jenis pertumbuhan yang dibutuhkan, tingkat auksin endogen, kemampuan sel untuk produksi auksin, dan kelompok PGR lain yang berkontribusi.

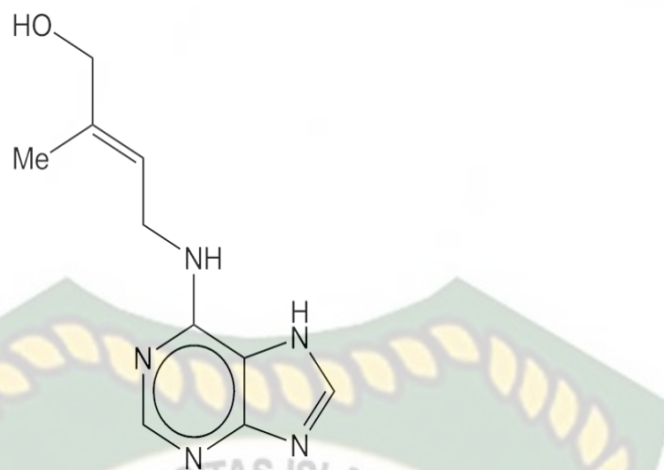
Sitokinin terutama adenin. Kelompok ini sangat penting untuk pembelahan sel dan morfogenesis (Wattimena, 1988; Ilvi Rahmi et al., 2010). Selain pembelahan sel, sitokin dapat merangsang pertumbuhan kultur virus. Kadar sitokinin yang tinggi (1-10 mg/l) menyebabkan terjadinya suntikan, tetapi menghambat produksi saraf (Byel dalam Rijar 2019). Menurut Wattimen dalam Rahmi (2010), sitokinin dapat mempengaruhi perkembangan janin dan memperlambat pemecahan butiran klorofil. Pengaruh sitokinin pada berbagai

mekanisme ini diduga pada tingkat produksi protein dalam hal kesamaan sitokinin dengan adenin, yang merupakan komponen DNA dan RNA.

Sitokinin berperan penting dalam pembelahan sel. Bentuk pertama sitokinin adalah adanya gugus adenin (6-aminopurin), yang menentukan efek sitokinin yang meningkatkan aktivitas sistem tanaman. Dalam studi kultur sel, jika potensi sitokinin lebih tinggi dari auksin, iritasi daun dan batang, sebaliknya, jika potensi sitokinin lebih rendah dari auksin, merangsang pertumbuhan pembuluh darah. Sebaliknya bila kadar sitokinin terhadap auksin seimbang maka pertumbuhan daun, akar dan daun seimbang (Abidin, 1994) dalam Rosalina (2016).

Sitokinin yang biasa digunakan dalam kultur lemak adalah BAP (6-benzylaminopurine), 2iP (IPA) [N6-(2-isopentyl) adenine], kinetin (6-furfurylaminopurine), thidiazuron (1-phenyl-3-(1,2,3)-Urea dan Zeatin (4-hydroxy-3-methyl-trans-2-butenylaminopurine) (Torres, 1989) dalam Ianditya (2021). Menurut Saburu (2015), pemberian Zeatin telah mempengaruhi hasil yang besar. Kulo dan Puspita Tentang eksploitasi produksi nodular jenis krisan di Nusanta.

Zat dengan aktivitas sitokinin (uji dalam sistem kalus) dapat diisolasi pada spesies tanaman yang berbeda. Letam mengisolasi dan menemukan sitokinin dari jagung muda yang disebut zeatin. Zeatin ditemukan dalam hidrolisis RNA dalam buncis, bayam Amerika, gandum, umbi kentang dan tanaman lainnya. Salah satu komponen RNA kaya akan tRNA-zeatin.



Zeatin (4-hydroxy-3-methyl-trans-2-butenylaminopurine) $C_{10}H_{13}N_5O$

Gambar 2. Zeatin (sumber: Wikipedia.com)

Zeatin tersedia dalam bentuk trans dan cis, tetapi bentuk trans jauh lebih besar. Bentuk nukleosida dan nukleotida zeatin juga umum pada tumbuhan. Ini tidak mengherankan, karena sitokinin dan adenin juga dalam bentuk nukleosida dan nukleotida. Menurut Deivi V. Saburu, dkk (2015), perlakuan dengan zeatin berpengaruh nyata terhadap waktu perkecambahan, jumlah daun dan jumlah akar jenis krisan di daerah tropis. Selain itu, jumlah daun dan daun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah bunga krisan jenis Puspita Nusantara. Konsentrasi zeatin 0,5 ppm menghasilkan jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar krisan kulo dan Puspita Nusantara tertinggi, dan waktu tercepat diperoleh tanpa pengolahan. Zeatin (kontrol) dan 2 ppm Zeatin, tetapi tidak jatuh. Bagus. 0,5 ppm berbeda dengan perlakuan dengan zeatin pada suhu yang berbeda. Selain itu menurut Ni Luh dkk (2015) kombinasi hormon yang dapat merangsang pertumbuhan anggrek baru Zeatin 0,5 mg/l ditambah NAA 0,5 mg/l.

III. BAHAN DAN METODE

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution Km 11, Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan, mulai Bulan Agustus 2019 sampai Desember 2019 (Lampiran 1).

B. Bahan dan Alat

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Jeruk Nipis Limau Kapas, media MS (Lampiran 2), zat pengatur tumbuh Zeatin dan IAA, agar-agar, glukosa, aquades, byclean, alkohol, aluminium foil, kertas label, tween 20, karet gelang, plastik tahan panas dan tissue.

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *laminar air flow* cabinet, autoclave, rak kultur, lemari pendingin, tabung reaksi, pipet akursi, timbangan, pH meter, lampu spiritus, panci, botol kultur, lampu ultra violet, braker gelas, erlemeyer, gelas ukur, mikro pipet, handsprayer, scapel, cawan petri, gunting, kamera, pinset, penggaris dan alat tulis.

C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancang Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor yaitu Z (Zeatin) terdiri dari 3 taraf dan I (IAA) yang terdiri dari 4 taraf sehingga didapat 12 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi terdapat 3 ulangan sehingga total keseluruhan 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 2 botol kultur sehingga keseluruhannya didapat 72 botol kultur, setiap botol terdiri dari dua eksplan didalamnya, dimana kedua eksplan tersebut dijadikan sebagai sampel.

Adapun faktor perlakuannya adalah :

1. Faktor Zeatin (Z) yaitu :

Z_0 = Tanpa pemberian Zeatin

Z_1 = 0,1 ppm Zeatin

Z_2 = 1 ppm Zeatin

2. Faktor IAA (I) yaitu :

I_0 = Tanpa pemberian IAA

I_1 = 0,1 ppm IAA

I_2 = 1 ppm IAA

I_3 = 10 ppm IAA

Kombinasi perlakuan dari Zeatin dan IAA dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Zeatin dan IAA

Faktor Z	Faktor I			
	I0	I1	I2	I3
Z0	Z0I0	Z0I1	Z0I2	Z0I3
Z1	Z1I0	Z1I1	Z1I2	Z1I3
Z2	Z2I0	Z2I1	Z2I2	Z2I3

Data hasil pengamatan dari masing-masing perlakuan dianalisis secara statistic dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Jika F hitung yang diperoleh lebih besar dari F tabel, maka dilakukan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan Bahan Tanam

Bahan yang digunakan adalah biji jeruk nipis limau kapas. Jeruk nipis limau kapas yang di jadikan eksplan diperoleh dari pasar syariah pasir putih. Jeruk Nipis Limau Kapas yang siap digunakan adalah buah yang matang dengan warna kulit kuning atau hijau kekuningan, bebas dari jamur dan penyakit.

2. Sterilisasi Alat dan Bahan

a. Sterilisasi Alat

Alat yang digunakan seperti botol kultur, gelas ukur, cawan petri, botol kultur dan alat lainnya yang dicuci dengan menggunakan detergen dan dibilas dengan air bersih kemudian disterilisasikan dengan menggunakan autoclave dengan suhu 121°C selama 60 menit. Alat seperti scapel dan pinset disterilkan dengan mencelupkan kedalam alkohol 96% Kemudian dibakar dengan api bunsen.

b. Sterilisasi bahan

Langkah-langkah cara sterilisasi bahan eksplan yaitu : (1) ambil biji Jeruk Nipis Limau Kapas dan dimasukkan dalam air steril di dalam gelas ukur 40 ml , (2) setelah dimasukkan 1 tetes sunlight (detergen) diaduk selama 10 menit, (3) kemudian biji dibilas tiga kali dengan air aquades, (4) kemudian tambahkan 2 tetes tween 20 diaduk selama 15 menit, (5) setelah itu ditambahkan 0,1 gr dithane kedalam aquades yang berisi biji lalu diaduk dan didiamkan selama 30 menit, (6) kemudian biji jeruk dibilas dengan aquades sebanyak 3 kali, (7) selanjutnya sterilisasi benih dilakukan di *laminar air flow cabinet* dengan cara : (a) Benih jeruk direndam dengan bayclin 15% selama 10 menit sambil

dikocok, (b) lalu dibilas sebanyak 3 kali, (c) selanjutnya dikeringkan pada cawan petridis.

3. Pembuatan Media

Pembuatan media dengan mengambil dan menakar masing-masing larutan stok sesuai ukuran yang telah ditentukan kemudian memasukkan ke labu takar. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media (MS) Murashige and Skoog. Media ini digunakan sebagai media tumbuh dari eksplan yang tumbuh pada media pra perlakuan maka eksplan akan di sub kultur dan akan dipindahkan pada media perlakuan untuk dilakukan pengamatan. Komposisi media (lampiran 3), dan sistematik cara pembuatan media (lampiran 4). Setelah media dibuat, kemudian media diberi perlakuan sesuai konsentrasi perlakuan.

4. Pemasangan Label

Label penelitian dipasang pada setiap botol (satuan percobaan) sesuai dengan perlakuan sebagaimana tertera pada layout penelitian (Lampiran 5). Pemasangan label tersebut dimaksudkan untuk mempermudah dalam pemberian perlakuan serta pengamatan selama penelitian. Pemasangan label ini dilakukan saat pembuatan media.

5. Pemberian Perlakuan

Pemberian perlakuan setelah membuat stok masing masing perlakuan. Pembuatan larutan stok tertinggi terlebih dahulu yakni 10 ppm, dengan 10 mg Zeatin atau IAA dalam 1 liter air. Setelah didapat larutan stok dengan 10 ppm diencerkan untuk mendapat larutan stok 1 ppm, 0,1 ppm.

a. Perlakuan Zeatin

Sebelum pemberian perlakuan Zeatin, terlebih dahulu telah disiapkan larutan stok Zeatin, kemudian dimasukkan kedalam media sesuai dengan konsentrasi perlakuan : Z0= 0 ppm, Z1= 0,1 ppm, dan Z2= 1 ppm

b. Perlakuan IAA

Sebelum pemberian perlakuan IAA, terlebih dahulu telah disiapkan larutan stok IAA, kemudian dimasukkan kedalam media sesuai dengan konsentrasi perlakuan yaitu : I0 = 0 ppm, I1= 0,1 ppm, I2 = 1 ppm dan I3= 10 ppm.

6. Kultur Biji Jeruk Nipis Limau Kapas

Laminar air flow cabinet (LAF) sebagai tempat menanam benih dan sub kultur pada kondisi aseptik. Laminar air flow terlebih dahulu dibersihkan dengan alkohol 70% dengan cara di lap bagian dinding dan lantai laminar air flow. Kemudian alat seperti pinset, cawan petri, tissue disinari dengan sinar ultra violet selama satu jam. Pekerjaan isolasi dan kultur dapat dilaksanakan setelah semua peralatan dan bahan yang disterilisasikan berada dalam LAF. Sebelum kultur dilakukan, pinset yang telah di UV dicelupkan kedalam alkohol 96% dan dibakar pada api spritus sehingga ujung pinset berwarna merah. Penanaman Jeruk Nipis Limau Kapas dilakukan di dalam LAF dengan kondisi yang steril sebelum bekerja, tangan di cuci dulu dan di spray dengan alkohol 70%. Eksplan yang sudah disiapkan sebelumnya diambil dengan menggunakan pinset yang sudah disterilkan. Benih diambil dengan menggunakan pinset untuk dimasukkan kedalam botol kultur yang berisi media MS dengan perlakuan. Dalam satu botol ditanam 2 eksplan jeruk nipis, setelah itu ditutup kembali dengan menggunakan aluminium foil dan plastik yang telah dipanaskan dengan api spritus dan baru

diikat menggunakan karet gelang. Kemudian plastik dirapikan dan botol-botol kultur diletakkan di rak kultur.

7. Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan memperhatikan media ruang kultur dengan menjaga suhu ruangan yang sudah ditentukan yaitu antara 21 – 25 °C dan memberikan penyinaran dengan menggunakan lampu neon. Selain itu pemeliharaan dengan mengamati botol-botol eksplan. Jika terdapat botol yang terkontaminasi maka akan segera dipindahkan sepaya botol kultur lain tidak ikut terkontaminasi.

E. Parameter Pengamatan

1. Persentase Hidup Eksplan (%)

Pengamatan dilakukan dengan mengamati berapa Eksplan yang hidup. Cara menghitung semua Eksplan yang tidak terkontaminasi dan terlihat hijau dibagi dengan Eksplan keseluruhan. Hasil pengamatan di analisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

$$\% \text{ eksplan hidup} = \frac{\Sigma \text{ Eksplan yang hidup}}{\Sigma \text{ Total eksplan tiap perlakuan}} \times 100\%$$

2. Umur Muncul Akar (hari)

Pengukuran umur muncul akar dilakukan setiap hari mulai dari eksplan ditanam sampai eksplan mengeluarkan akar dan dihitung dengan melihat eksplan yang cepat membentuk akar diantara eksplan yang ada dalam botol. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

3. Umur Muncul Tunas (hari)

Pengamatan umur muncul tunas dilakukan setiap hari dari eksplan ditanam sampai eksplan mengeluarkan tunas dan dihitung dengan melihat eksplan yang

cepat membentuk tunas diantara eksplan yang ada dalam botol. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

4. Tinggi Tunas Tertinggi (cm)

Pengamatan terhadap tinggi tunas dilakukan pada akhir penelitian. Tiga tunas tertinggi diukur dengan cara mengukur tunas dari pangkal tunas sampai ujung tunas. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

5. Jumlah Tunas (Tunas)

Pengamatan ini dilakukan pada akhir penelitian pada eksplan yang membentuk daun dan dihitung jumlah tunas pada eksplan. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

6. Jumlah Daun (Helai)

Parameter jumlah daun diamati pada akhir penelitian, dengan cara menghitung jumlah daun eksplan pada masing-masing sampel. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk table.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persentase Hidup Eksplan

Setelah dilakukan pengukuran terhadap persentase hidup tanaman jeruk nipis limau kapas dan kemudian hasilnya dianalisis sidik ragam (Lampiran 3.E) menunjukkan bahwa pengaruh utama dari Zeatin dan IAA berpengaruh nyata terhadap persentase hidup eksplan jeruk nipis limau kapas, juga secara interaksi perlakuan Zeatin dan IAA menunjukkan pengaruh nyata terhadap persentase hidup eksplan. Rerata persentase hidup eksplan jeruk nipis limau kapas setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata persentase hidup eksplan limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA (%)

Zeatin (ppm)	IAA (ppm)				Rerata
	0 (I0)	0,1 (I1)	1,0 (I2)	10 (I3)	
0 (Z0)	50,00 b	100,00 a	50,00 b	100,00 a	75,00 b
0,1 (Z1)	100,00 a	100,00 a	83,33 a	100,00 a	95,83 a
1,0 (Z2)	100,00 a	100,00 a	50,00 b	100,00 a	87,50 a
Rerata	83,33 b	100 a	61,11 c	100 a	
KK=9.70%	BNJ Z= 8,49 BNJ I= 10,83 BNJ ZI= 24,53				

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Pengaruh utama Zeatin memberikan pengaruh terbaik terhadap rata-rata persentase hidup eksplan jeruk nipis limau kapas pada perlakuan pemberian Zeatin 0,1 ppm (Z1) yaitu sebesar 95,83%. Persentase hidup eksplan jeruk nipis limau kapas paling rendah adalah tanaman yang diberi perlakuan 0 ppm Zeatin (Z0) yaitu sebesar 75%. Dibandingkan hasil analisa antara Zeatin 0,1 ppm dan Zeatin 1 ppm tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5% karena memiliki notasi yang sama.

Pengaruh utama yang berbeda nyata terhadap rata-rata persentase hidup eksplan jeruk nipis limau kapas ditunjukkan pada perlakuan pemberian IAA.

Rata-rata persentase hidup eksplan jeruk nipis limau kapas tertinggi diperoleh dari tanaman yang diberi perlakuan 0,1 ppm IAA (I1) dan 10 ppm IAA (I3). Hasil paling rendah rerata tanaman yang diberi perlakuan 1ppm (I2) . Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian IAA mampu mempengaruhi persentase hidup eksplan jeruk nipis limau kapas. Adapun perbandingan IAA 0,1 ppm dan IAA 10 ppm tidak berbeda nyata ditunjukkan oleh notasi yang sama. Maka hal ini dapat disimpulkan bahwa dengan perlakuan utama IAA 0,1 ppm merupakan konsentrasi terbaik karena mampu memaksimalkan persentase hidup eksplan.

Secara interaksi pemberian perlakuan Zeatin dan IAA dapat dilihat pada tabel 2, perlakuan terbaik terdapat pada pemberian minimal 0,1 ppm Zeatin tanpa IAA (Z1I0) dan 0,1 ppm IAA tanpa Zeatin (Z0I1) atau kombinasi 0,1 ppm Zeatin dan 0,1 ppm IAA (Z1I1). Artinya dengan penambahan hormon Zeatin dan IAA mampu memaksimalkan persentase hidup ekplan secara interaksi. Adapun perlakuan lain yang memiliki notasi yang sama dengan perlakuan Z0I1 dan Z1I0 merupakan tanda bahwa melebihi daripada konsentrasi 0,1 ppm baik Zeatin dan IAA akan mendapatkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat persentase hidup ekplan jeruk nipis limau kapas dengan persentase yang tinggi hamper disetiap perlakuan. Hal ini karena hormon endogen dalam sel cukup untuk pertumbuhan ginjal dan dapat merangsang pertumbuhan ginjal dengan hormon eksternal yang seimbang Zeatin dan IAA. Alasan lain untuk persentase keberhasilan peneliti dalam penelitian ini adalah penggunaan media MS (Murashige Skoog) untuk adaptasi lengkap ke ruang terbuka. Menurut Vakhuni dalam Rijar (2019), pemberian hormon pada berbagai tingkat di lingkungan MS menjamin tingkat pertumbuhan yang baik,

karena lingkungan tersebut mengandung cukup vitamin, zat gizi makro dan mikro, seperti zat besi dan gula. pertumbuhan plastik

B. Umur Muncul Akar (setelah pengkulturan)

Berdasarkan hasil sidik ragam untuk parameter umur muncul Akar jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA menunjukkan bahwa secara utama memberikan pengaruh nyata terhadap parameter umur muncul akar jeruk nipis limau kapas. Namun, secara interaksi kedua perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata. (Lampiran 3.A) Rerata umur muncul tunas setelah diuji dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata umur muncul Akar jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA (setelah pengkulturan)

Zeatin	IAA (ppm)				Rerata
	0 (I0)	0,1 (I1)	1,0 (I2)	10 (I3)	
0 (Z0)	26,33	21,33	26,00	23,67	24,33 a
0,1 (Z1)	22,67	20,33	24,33	21,00	22,08 b
1,0 (Z2)	22,00	23,00	21,00	20,67	21,67 b
Rerata	23,67 a	21,55 a	23,78 a	21,78 a	
KK8,40%		BNJ Z= 1,93		BNJ I= 2,47	

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa adanya pengaruh kedua perlakuan tersebut. Rata-rata umur muncul tunas jeruk nipis limau kapas berkisar antara 20,33 – 26,33 hari setelah tanam. Hal ini mengindikasikan bahwa munculnya tunas jeruk nipis limau kapas secara umum dipengaruhi oleh kondisi hormone Zeatin dan IAA yang ditambahkan pada media ms tersebut. Sifat genetik dari induk tanaman jeruk nipis limau kapas diduga kuat mempengaruhi umur munculnya tunas tersebut. Mengacu pada hukum hereditas, pertumbuhan tanaman (Elrod dalam Efendi 2020).

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa saat muncul akar tercepat pada perlakuan yaitu dengan rerata 20,33 hari setelah tanam (setelah pengkulturan). Perlakuan

konsentrasi tersebut dengan pemberian Zeatin dan IAA artinya Perlakuan ini adalah dosis ganda Zeatin 0,1 ppm dan IAA 0,1 ppm. Hal ini sesuai dengan teori Harjadi (2009) bahwa auksin di ventrikel kanan berperan aktif dalam diferensiasi sel, sedangkan ekspresi berlebih menyebabkan pembentukan kalus.

C. Umur Muncul Tunas (setelah pengkulturan)

Berdasarkan hasil sidik ragam untuk parameter umur muncul tunas jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA menunjukkan bahwa baik secara utama maupun interaksi kedua perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap umur muncul tunas jeruk nipis limau kapas (Lampiran 5). Rerata umur muncul tunas setelah diuji dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata umur muncul tunas jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA (setelah pengkulturan)

Zeatin	IAA (ppm)				Rerata
	0 (I0)	0,1 (I1)	1,0 (I2)	10 (I3)	
0 (Z0)	20,67 ab	19,33 ab	24,00 b	21,67 ab	21,42 a
0,1 (Z1)	20,67 ab	18,33 b	22,33 ab	19,00 ab	20,08 ab
1,0 (Z2)	20,00 ab	21,00 ab	19,00 ab	18,67 b	19,67 b
Rerata	20,45 a	19,55 a	21,78 a	19,78 a	
KK=8,40%		BNJ Z= 8,49 BNJ I= 2,23 BNJ ZI= 5,05			

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa adanya pengaruh kedua perlakuan tersebut. Rata-rata umur muncul tunas jeruk nipis limau kapas berkisar antara 18,33 – 24,00 hari setelah tanam. Hal ini mengindikasikan bahwa munculnya tunas jeruk nipis limau kapas secara umum dipengaruhi oleh kondisi hormone Zeatin dan IAA yang ditambahkan pada media MS tersebut. Sifat genetik dari induk tanaman jeruk nipis limau kapas diduga kuat mempengaruhi umur munculnya tunas tersebut.

Alasan utama pengaruh hormon Zeatin dan IAA Z1I1 adalah pengaruh umur perkecambahan yang cepat yaitu 18,33 (setelah percobaan) adalah 0,1 ppm, perlakuan disertai dengan peran Zeatin dan IAA dalam pembentukan daun.

Menurut Lestari (2011), sitokinin sering digunakan dalam aborsi, dan pembentukan kalus menggunakan hormon auksin, yang merangsang pertumbuhan sel, menyebabkan hipokotil selama proses perkecambahan (Mahadi, 2014).). Saat daun muncul, ada tiga faktor yang mempengaruhinya, yaitu terjemahan, media dan lingkungan (Mante; Firman Syah 2016). Dalam Gunawan Mahadi (2015), interaksi dan keseimbangan zat pengatur tumbuh yang terlibat dalam media penghasil sel menentukan tingkat perkembangan budaya.

D. Jumlah Tunas

Berdasarkan hasil sidik ragam untuk parameter jumlah tunas jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA enunjukkan bahwa interaksi kedua perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas jeruk nipis limau kapas begitu juga dengan pengaruh utama Zeatin dan pengaruh utama IAA memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas (Lampiran 5). Rerata jumlah tunas tanaman setelah diuji BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata jumlah tunas jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA (Tunas)

ZPT	IAA (ppm)				Rerata
	0 (I0)	0,1 (I1)	1,0 (I2)	10 (I3)	
0 (Z0)	1,67 fg	4,00 c	1,00 g	5,00 b	2,92 c
0,1 (Z1)	3,33 cd	3,00 de	3,33 cd	4,00 c	3,42 b
1,0 (Z2)	5,00 b	2,33 ef	2,00 f	6,00 a	3,83 a
Rerata	3,33 b	3,11 b	2,11 c	5,00 a	
KK=9,80%	BNJ Z= 0,33 BNJ I= 0,43 BNJ ZI= 0,98				

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa Zeatin dan IAA berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas dalam pembentukan biji jeruk nipis. Berdasarkan data pada Tabel 4 diketahui bahwa rata-rata jumlah benih kafir yang paling banyak diproses adalah Zeatin 1ppm dan IAA 10ppm Z2I3, yaitu (5).

Jumlah daun merupakan peranan terpenting dari hormon kinetin. Pelepasan sitokinin memiliki efek normal pada percepatan waktu pembakaran, yang disertai dengan niat untuk merangsang pembakaran sitokinin. Vinarsikh et al., Mahadi (2015) ini melaporkan bahwa sitokinin dapat merangsang pertumbuhan cangkok. Meskipun kehadiran sitokinin dalam mediator kultur terbatas, distribusi sel yang dikultur tetap utuh.

Penggunaan media zeatin dan IAA dalam peningkatan Z2I3 karena adanya interaksi antara sitokinin dan auksin, sehingga pembelahan sel merangsang pembentukan banyak sel. Menurut teori Mahadi Gunawan (2015), hubungan dan keseimbangan zat pengatur tumbuh dengan lingkungan yang dihasilkan oleh sel tumbuhan pada dasarnya menentukan tingkat perkembangan budaya.

E. Tinggi Tunas (cm)

Berdasarkan hasil sidik ragam untuk parameter tinggi tunas tertinggi jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA enunjukkan bahwa interaksi kedua perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tunas tertinggi jeruk nipis limau kapas begitu juga dengan pengaruh utama Zeatin dan pengaruh utama IAA memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tunas tertinggi (Lampiran 3.B). Rerata tinggi tanaman setelah diuji BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 5. Rerata tinggi tunas tertinggi jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA (cm)

ZPT	IAA (ppm)				Rerata
	0 (I0)	0,1 (I1)	1 (I2)	10 (I3)	
0 (Z0)	3,80 de	5,60 b	1,47 f	3,83 de	3,68 c
0,1 (Z1)	4,57 bcde	7,80 a	4,80 bcd	4,90 bc	5,52 a
1,0 (Z2)	4,13 cde	3,60 e	5,40 b	4,67 bcd	4,45 b
Rerata	4,17bc	5,67 a	3,89 c	4,47 b	
KK=7,90%		BNJ Z= 0,36 BNJ I= 0,46 BNJ ZI= 1,05			

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa serapan Zeatin dan IAA berpengaruh nyata terhadap umur simpan maksimum benih kapas jeruk nipis.

Tabel 5 menunjukkan bahwa panjang tembak di panggul tertinggi pada perlakuan Z1I1 (7.8). Misalnya, penambahan 0,1 ppm Zeatin dan 0,1 ppm IAA dapat mempengaruhi waktu pengiriman kapas kapur.

Kadar auksin pada sitokin ini sesuai dengan teori Hendariono dan Vijayanti (2015) dalam Mahadi yang mendefinisikan kecepatan pembelahan sel yang dapat memicu prolaps otot lokomotor. Hal ini sesuai dengan teori Rijar (2019) Katuuk, dimana interaksi auksin dan sitokinin dalam dosis yang optimal merupakan salah satu cara untuk mengontrol tingkat akar tanaman dan pertumbuhan bibit. George dan Sherrington (1984) menyarankan bahwa proliferasi dan aktivasi vaskular ditentukan oleh konsentrasi sitokinin dan auksin yang dikirim dalam mediator dan interaksi sitokinin atau auksin endogen selama eksplanasi. Selain itu, kebutuhan auksin endogen dari biji kapas ini terpenuhi, dan penyerapan zeatin ke dalam sel yang tumbuh di daun wol mengalami pembelahan dan ekspansi sel, yang memulai pembelahan sel setelah adanya auksin. Kombinasi proteinuria dan mitosis, diikuti dengan proliferasi sel menggunakan hormon kinetin, yang pada akhirnya dapat menambah panjang daun.

F. Jumlah Daun (Helai)

Berdasarkan hasil sidik ragam untuk parameter jumlah daun jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA menunjukkan bahwa baik pengaruh interaksi maupun pengaruh utama dari kedua perlakuan (Zeatin dan IAA) memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun jeruk nipis limau kapas (Lampiran 5). Rerata jumlah daun setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata jumlah daun jeruk nipis limau kapas dengan perlakuan Zeatin dan IAA (Helai)

ZPT	IAA (ppm)				Rerata
	0 (I0)	0,1 (I1)	1 (I2)	10 (I3)	
0 (Z0)	4,33 g	14,00 a	1,33 h	13,33 ab	8,25 a
0,1 (Z1)	7,00 ef	10,33 cd	8,67 def	9,00 de	8,75 a
1,0 (Z2)	6,67 fgh	3,33 h	6,67f	11,33 bc	7,00 b
Rerata	6,00 c	9,22 b	5,56 c	11,22 a	
KK=8,80%	BNJ Z= 0,72 BNJ I= 0,91 BNJ ZI= 2,08				

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian Zeatin dan IAA berpengaruh nyata terhadap jumlah daun eksplan jeruk nipis limau kapas. Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa rerata jumlah daun eksplan jeruk kasturi yang tertinggi pada perlakuan Z0I1 yaitu 14 (helai). Namun demikian tanpa pemberian zeatin, hanya dengan IAA 0,1 ppm mampu memberikan pengaruh tertinggi jumlah daun jeruk nipis limau kapas. Ditinjau dari tabel 6 diatas perlakuan Z0I1 tidak berbeda nyata hingga Z0I3 . Hal ini sejalan dengan pernyataan Ekowahyuni dalam Rijar (2019), bahwa IAA adalah hormone auksin endogen yang disintesis dalam akar dan batang. Fungsinya adalah mengontrol proses fisiologi dan mengatur perpanjangan sel dalam batang maupun akar.

Dalam penelitian Febryanti, dkk (2017) menunjukkan bahwa jumlah daun terbanyak pada kultur tanaman anggrek dihasilkan pada media zeatin yang cukup tinggi. Komposisi zeatin di jagung hibrida dengan 0,1 mg/l NAA dinilai cukup untuk merangsang pertumbuhan daun. Hormon sitokinin mempengaruhi pembentukan daun dalam kultur sel. Kasutjianingati dkk. (2010) Penambahan Zeatin ke pembawa dapat meningkatkan jumlah daun per daun. Dengan meningkatnya kadar sitokinin menjadi auksin, jumlah daun dalam pupuk kandang meningkat.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Interaksi Zeatin dan IAA memberikan pengaruh nyata terhadap persentase hidup, umur muncul tunas, umur muncul akar, tinggi tunas tertinggi, jumlah tunas, jumlah daun dengan perlakuan terbaiknya adalah Zeatin 0,1ppm dan IAA 0,1 ppm (Z1I1).
2. Pengaruh utama Zeatin nyata terhadap parameter persentase hidup, Umur muncul tunas, umur muncul akar, tinggi tunas tertinggi, jumlah tunas, jumlah daun. Perlakuan terbaik terdapat pada Zeatin 1ppm (Z1).
3. Pengaruh utama IAA nyata terhadap persentase hidup, Umur muncul tunas, umur muncul akar, tinggi tunas tertinggi, jumlah tunas, jumlah daun dengan perlakuan terbaik 0,1 ppm (I1).

B. Saran

Dari hasil penelitian, disarankan dalam budidaya tanaman jeruk nipis limau kapas dengan metode kultur jaringan menggunakan kombinasi Zeatin 0,1ppm dan IAA 0,1ppm (Z1I1) untuk mendapat jumlah tunas maksimal. Kemudian penulis juga menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan dengan Zeatin dan IAA.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto., Zainuddin Basri Dan Mirni Ulfa Bustamil. 2013. Induksi Kalus Dua Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.) Unggul Sulawesi Pada Berbagai Konsentrasi 2,4 Dichlorophenoxy Acetic Acid Secara In Vitro. E-J. Agrotekbis 1 (3) : 211-220.
- CCRC, 2011, Prosedur tetap Uji Sitotoksik Metode MTT, Cancer Chemoprevention Research Center Farmasi UGM Yogyakarta, 6–9.
- Dalimartha, S., 2010, Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 3, 65, Puspa Swara, Jakarta
- Damiska, S. R. S. Wulandari dan H. Darwati. 2015. Penambahan Ragi dan Ekstrak Biji Jagung Terhadap Pertumbuhan Tunas Manggis Secara In Vitro. Jurnal Hutan Lestari. 3(1): 35-42.
- Effendi, Yunus. 2020. Buku Ajar Genetika Dasar. Pustaka Rumah Cinta. Jawa Tengah.
- Endang. G. Lestari. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh Dalam Perbanyakkan Tanaman Melalui Kultur Jaringan. Journal Agro. Biogen, 7(1): 63-68.
- Febryanti, Ni Luh Putu Kayika., Made Ria Defiani dan Ida Ayu Astarini. 2017. Induksi Pertumbuhan Tunas Dari Eksplan Anggrek *Dendrobium heterocarpum* L. Dengan Pemberian Hormon Zeatin Dan NAA. Program Studi Biologi. Universitas Udayana.
- Hanani, E.,. 2014. Analisis Fitokima, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Depkes, RI. 2000. parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat. Jakarta: direktorat jendral pengawasan obat dan makanan.
- Harjadi. 20012. Zat Pengatur Tumbuh Pengenalan dan Petunjuk Penggunaan Pada Tanaman. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Imaditya, Muhammad Fachriza. 2021. Pengaruh Kombinasi Benzilaminopurin (BAP) Dan Kitosan Terhadap Induksi Protocorm Like Body Dari Eksplan Batang *Dendrobium Sonia* Pada Medium MS. Skripsi Fakultas Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.
- Kharismayanti. A. 2015. Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* (Chritsm. & Panz.) Swingle terhadap *Porphyromonas gingivalis* ATCC 33277 Secara in Vitro. J. Universitas Jember.
- Karjadi dan Buchory. 2008. Pengaruh Komposisi Media Dasar, Penambahan BAP, Dan Pikloram Terhadap Induksi Tunas Bawang Merah. J. Hort. 18(1): 1-9

- Kasutjaningati, R. Poerwanto, N. Khumaida, D. Efendi. 2010. Kemampuan Pecah Tunas dan Kemampuan Berbiak Mother Plant Pisang Raja bulu (AAB) dan Pisang Tanduk (AAB) dalam Medium Inisiasi In Vitro. *Agriplus*. 20(1): 09 – 17.
- Lauma, Sartika Widia, dkk. (2015). Uji Efektifitas Perasan Air Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* S) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 4(4), 9-13.
- Mahadi, Imam. 2014. Induksi kalus kenerak (*Goniothalamus umbrosus*) berdasarkan jenis eksplan menggunakan metode In vitro. *Agroteknologi Tropika*, 1(1): 18- 22.
- Mahadi, Imam., Wan Syafi'I dan Suci Agustiani. 2015. Kultur Jaringan Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa*) Dengan Menggunakan Hormon Kinetin Dan Naftalen Acetyl Acid (NAA). *Jurnal Dinamika Pertanian Volume XXX Nomor 1* (37 - 44).
- Rahmi, Ilvi dan Irfan Suliansyah, Tamsil Bustamam, 2010. Pengaruh Pemberian Beberapa Konsentrasi BAP dan NAA Terhadap Multiplikasi Tunas Pucuk Jeruk Kanci (*Citrus Sp*) Secara In Vitro. *Jerami Volume 3 No.3*. Padang. Universitas Andalas.
- Rijar. 2019. Pemberian BAP dan NAA terhadap Pertumbuhan Eksplan Pisang Barangan (*Musa paradisiaca* L.) secara *in-vitro*. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau.
- Rosmaina, Zulfahmi., P. Sutejo., Ulfiatun dan Maisupratina. 2015. Induksi Kalus Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* J.) Melalui Eksplan Daun dan Petiol. *Jurnal Agroteknologi*, 6 (1): 36.
- Rozalina. 2016. Uji Pemberian NAA dan BAP Terhadap Pertumbuhan Jeruk Kasturi (*Citrus mitis*) Secara In-Vitro. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Saburu, Deivi V., Bobby Polii, Arthur Pinaria, dan Wenny Tilaar. 2015. Pengaruh Zeatin Terhadap Multiplikasi Tunas Eksplan Nodus Pada Tanaman Krisan Varietas Kulo Dan Puspita Nusantara. Fakultas Pertanian. Universitas Samratulangi.
- Saifuddin, Fatmawati. 2016. Pengaruh Indole Acetic Acid (IAA) Terhadap Hasil Berat Basah Akhir Plantlet Kultur Jaringan Tanaman Jernang (*Daemonorops draco* (Willd.) Blume). ISSN: 2302-1705 JESBIO Vol. V No. 1, 2-4.
- Silalahi, Marina. 2020. Pemanfaatan *Citrus aurantifolia* (Christm. Et Panz.) Sebagai Bahan Pangan dan Obat Serta Bioaktivitas. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Volume 17 No 1*. Jakarta Timur. Universitas Kristen Indonesia.
- Sulistiawan. 2015. Penggunaan ZPT BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan Tanaman Lengkeng (*Dimocarpus longan*) Secara In-Vitro. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau. Pekanbaru.

- Syah, Firman., Imam Mahadi , Darmawati. 2016. Mikropropagasi In Vitro Jeruk Kuok (*Citrus nobilis* L.) Menggunakan Hormon 2,4-D Dan Tdz (Thidiazuron) Sebagai Rancangan Modul Pembelajaran Biologi Di SMA. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Riau.
- Triayu, S. 2011. Aktivitas minyak atsiri dan Uji Daya Antibakteri Secara in Vitro. Skripsi. Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Wattimena, G. A. (2011). Zat Pengatur Tumbuh Tanaman. Pusat Antar Universitas-Instiut Pertanian Bogor. Bogor
- Yusnita. 2013. Kultur Jaringan Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Zulkarnain, H. 2012. Kultur Jaringan Tanaman, Solusi Perbanyak Tanaman. Jakarta : Bumi Aksara.
- Zhang, C., Lu, Y., Tao, L., Su, X., Wei, D. (2012). 'Tyrosinase inhibitory effects and inhibition mechanisms of nobiletin and hesperidin from citrus peel crude extracts', J Enzyme Inhib Med Chem. 22(1):91-8.

