

**STUDI PERTUMBUHAN EKSPLAN EMPAT
VARIETAS TANAMAN BATANG BAWAH JERUK
(*Citrus* sp) SECARA *IN VITRO***

Oleh:

LUKY ARINIASARI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI HORTIKULTURA
MALANG**

2008

**STUDI PERTUMBUHAN EKSPLAN EMPAT
VARIETAS TANAMAN BATANG BAWAH JERUK
(*Citrus* sp) SECARA *IN VITRO***

Oleh:

LUKY ARINIASARI
0310420025



SKRIPSI

**Disampaikan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI HORTIKULTURA
MALANG**

2008

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul skripsi : Studi Pertumbuhan Eksplan Empat Varietas Tanaman
Batang Bawah Jeruk (*Citrus* sp) Secara *In vitro*

Nama Mahasiswa : Luky Ariniasari

NIM : 0310420025-42

Jurusan : Budidaya Pertanian

Program Studi : Hortikultura

Menyetujui :

Pembimbing Pertama

Prof. Ir. Sumeru Ashari, M.Agr. Sc. Ph.D
NIP. 130 935 078

Pembimbing Kedua

Dr. Ir. Mudji Santoso, MS
NIP. 130 704 134

Pembimbing Pendamping

Ir. Nirmala Friyanti Devy, MSc
NIP. 080 079 004

Ketua Jurusan
Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Agus Suryanto, MS
NIP. 130 935 809

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

Majelis Penguji

Penguji I

Ir. Moch. Nawawi, MS
NIP. 130 802 235

Penguji II

Ir. Nirmala Friyanti Devy, MSc
NIP. 080 079 004

Penguji III

Dr. Ir. Mudji Santoso, MS
NIP. 130 704 134

Penguji IV

Prof. Ir. Sumeru Ashari, M.Agr. Sc. Ph.D
NIP. 130 935 078

Penguji V

Dr. Ir. Nurul Aini, MS
NIP. 130 935 809

Tanggal lulus:



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul skripsi : Studi Pertumbuhan Eksplan Empat Varietas Tanaman
Batang Bawah Jeruk (*Citrus* sp) Secara *In vitro*

Nama Mahasiswa : Luky Ariniasari

NIM : 0310420025-42

Jurusan : Budidaya Pertanian

Program Studi : Hortikultura

Menyetujui :

Pembimbing Pertama

Prof. Ir. Sumeru Ashari, M.Agr. Sc. Ph.D
NIP. 130 935 078

Pembimbing Kedua

Dr. Ir. Mudji Santoso, MS
NIP. 130 704 134

Pembimbing Pendamping

Ir. Nirmala Friyanti Devy, MSc
NIP. 080 079 004

RINGKASAN

Luky Ariniasari. 0310420025-42. STUDI PERTUMBUHAN EKSPLAN EMPAT VARIETAS TANAMAN BATANG BAWAH JERUK (*Citrus* sp) SECARA *IN VITRO*. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Sumeru Ashari, M.Agr. Sc. Ph.D selaku pembimbing I, Dr. Ir. Mudji Santoso, MS selaku pembimbing II dan Ir. Nirmala Priyanti Devy, MSc selaku pembimbing III

Tanaman jeruk merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting. Akhir-akhir ini permintaan akan buah jeruk semakin meningkat, untuk memenuhi hal ini maka harus senantiasa diimbangi oleh ketersediaan buah jeruk itu sendiri. Ketersediaan buah jeruk ini tidak terlepas dari produktivitas tanaman. Tanaman yang sudah tidak mempunyai produktivitas yang optimal hendaknya diganti dengan tanaman baru yang mampu memproduksi secara optimal. Pada umumnya tanaman jeruk ini diperbanyak melalui grafting dimana untuk melakukan cara ini diperlukan tanaman batang atas dan tanaman batang bawah. Tanaman batang atas dan tanaman batang bawah harus mampu bersinergi untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Khususnya tanaman batang bawah harus mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan, tahan terhadap serangan patogen serta mampu mendukung pertumbuhan batang atas. Tiap-tiap varietas tanaman jeruk mempunyai karakteristik yang berbeda-beda baik dalam ketahanan terhadap patogen maupun kecepatan tumbuhnya. Sehingga varietas tanaman batang bawah yang akan digunakan harus dipilih dengan benar.

Tanaman batang bawah jeruk biasanya diperbanyak melalui biji namun beberapa varietas tidak optimal dalam menghasilkan biji dan mempunyai tingkat poliembrioni biji yang rendah pula sehingga perlu dilakukan perbanyakan melalui bagian vegetatif tanaman. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah teknik perbanyakan secara *in vitro* dengan menggunakan batang sebagai bahan eksplannya. Pada teknik ini bahan eksplan yang digunakan dalam ukuran mini sehingga tidak membutuhkan terlalu banyak bahan eksplan. Posisi bahan eksplan pada tanaman induk akan mempengaruhi pertumbuhan tunas dan akar dari tanaman baru yang dihasilkan. Pemilihan bahan eksplan yang tepat akan memberikan pengaruh yang baik pula pada pertumbuhan tanaman tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pertumbuhan eksplan pada kultur batang empat varietas jeruk secara *in vitro* dimana eksplan tersebut berasal dari posisi yang berbeda pada tanaman induknya. Sedangkan hipotesis yang diajukan adalah diduga masing-masing varietas tanaman batang bawah jeruk memberikan respon yang berbeda pada setiap fase pertumbuhan, diduga posisi asal eksplan yang berbeda pada setiap varietas tanaman batang bawah jeruk memberikan respon pertumbuhan yang berbeda pula.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2007-Juni 2008 di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Jeruk Dan Buah Subtropika Tlekung Batu. Penelitian ini dirancang menggunakan rancangan acak lengkap sederhana dengan 12 perlakuan yaitu batang bagian pucuk varietas Japanche Citroen (A),

batang bagian tengah varietas Japanche Citroen (B), batang bagian pangkal varietas Japanche Citroen (C), batang bagian pucuk varietas Rough Lemon (D), batang bagian tengah varietas Rough Lemon (E), batang bagian pangkal varietas Rough Lemon (F), batang bagian pucuk varietas Volkameriana (G), batang bagian tengah varietas Volkameriana (H), batang bagian pangkal varietas Volkameriana (I), batang bagian pucuk varietas AA23 (J), batang bagian tengah varietas AA23 (K), batang bagian pangkal varietas AA23 (L). Masing-masing perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 36 satuan percobaan yang masing-masing satuan percobaan terdiri dari 5 eksplan.

Pengamatan dilakukan pada semua eksplan. Parameter yang diamati meliputi dua fase pertumbuhan yaitu fase proliferasi dan fase perakaran. Pada fase proliferasi, parameter yang diamati yaitu umur muncul tunas pertama, jumlah tunas per eksplan, jumlah daun per eksplan. Sedangkan parameter yang diamati pada fase perakaran meliputi umur muncul akar pertama, jumlah akar, panjang akar dan persentase eksplan berakar. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan uji F. Bila terdapat nilai yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan dengan taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan posisi asal eksplan dengan varietas jeruk berpengaruh nyata terhadap semua parameter yang diamati yaitu umur muncul tunas pertama, jumlah tunas per eksplan, jumlah daun per eksplan, umur muncul akar pertama, jumlah akar, panjang akar serta persentase eksplan berakar. Pertumbuhan tunas dan akar erat kaitannya dengan kandungan karbohidrat dalam batang tanaman. Perbedaan munculnya tunas juga tidak terlepas dari sifat meristematis jaringan yang menyusun batang. Imbangan yang tepat antara kandungan karbohidrat dan jaringan meristematis dalam batang mampu menumbuhkan tunas pertama yang lebih cepat. Selain kandungan karbohidrat, kandungan nitrogen di dalam tanaman juga berpengaruh pada pertumbuhan akar. Kondisi yang memacu pertumbuhan akar adalah kandungan karbohidrat yang tinggi dengan kandungan nitrogen yang rendah. Namun, faktor genetik juga mempengaruhi perbedaan pertumbuhan pada masing-masing varietas. Faktor genetik tanaman menunjukkan perbedaan karakteristik masing-masing varietas.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Pada fase perbanyak tunas (proliferasi) varietas Rough Lemon dan Volkameriana memberikan respon yang lebih baik dibanding varietas yang lain. Pada fase perakaran varietas Japanese Citron, Rough Lemon dan Volkameriana memberikan respon pertumbuhan yang lebih baik dan tidak berbeda nyata pada parameter umur muncul akar, jumlah akar, panjang akar dan persentase eksplan berakar. Posisi asal eksplan yang berbeda pada masing-masing varietas tidak memberikan pengaruh yang nyata pada parameter jumlah akar, panjang akar dan persentase eksplan berakar.

Saran yang diajukan pada penelitian ini adalah penelitian dengan menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak akan memberikan data yang lebih tepat dibandingkan dengan jumlah sampel yang sedikit. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai tahap aklimatisasi dan penanaman pada kondisi di lapang untuk mengetahui kemampuan adaptasi dan pertumbuhan tanaman jeruk hasil perbanyak secara *in vitro* terhadap kondisi penanaman di lapang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia Allah SWT penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **”Studi Pertumbuhan Eksplan Empat Varietas Tanaman Batang Bawah Jeruk (*Citrus sp*) Secara *In vitro*”**.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Ir. Sumeru Ashari, M.Agr. Sc. Ph.D selaku dosen pembimbing pertama, Dr. Ir. Mudji Santoso, MS selaku dosen pembimbing kedua, Ir. Nirmala F. Devy, MSc selaku pembimbing pendamping serta Ir. Moch Nawawi, MS selaku dosen pembahas. Tak lupa juga penulis sampaikan terima kasih kepada ayah dan ibu tercinta atas dukungan yang diberikan. Teman-teman Hortikultura angkatan 2003 yang telah memberi masukan serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa dalam menyelesaikan tulisan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik diharapkan untuk penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Amin.

Malang, November 2008

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

RINGKASAN.....i

KATA PENGANTARiii

DAFTAR ISIiv

DAFTAR GAMBARvi

DAFTAR TABEL.....vii

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang 1

Tujuan..... 3

1.3 Hipotesis 3

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perbanyakkan Tanaman Jeruk 4

2.2 Batang Bawah Tanaman Jeruk 5

2.3 Perbanyakkan Tanaman Secara *In vitro* 7

2.4 Pengaruh Posisi Bahan Eksplan 9

III. BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Pelaksanaan..... 11

Alat dan Bahan 11

Metode Penelitian..... 11

Pelaksanaan 12

Pengamatan 14

Analisa Data 16

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil..... 17

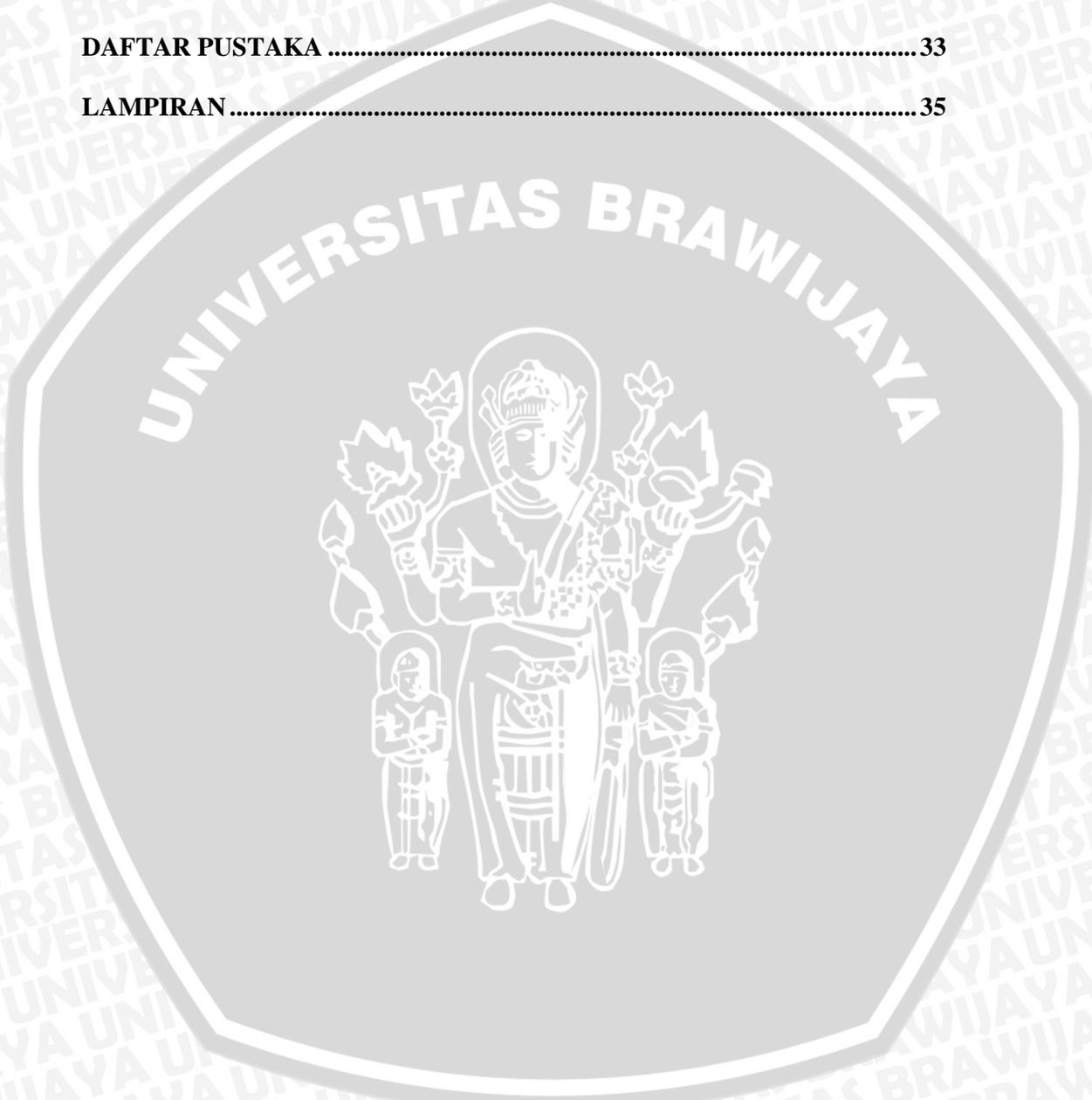
Pembahasan 25

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan..... 32
Saran..... 32

DAFTAR PUSTAKA 33

LAMPIRAN 35



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Bagan Alur Kerja.....	14
2.	Persiapan Media	15
3.	Eksplan Pada Umur 8 msi	20
4.	Tunas Pada Umur 8 mss	22
5.	Tunas Pada Umur 8 mss	24

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Eksplan Pada Fase Proliferasi Umur 4 msi (minggu setelah inokulasi).....	40
2.	Eksplan Pada Fase Proliferasi Umur 8 msi (minggu setelah inokulasi).....	41
3.	Tunas Pada Fase Perakaran Umur 8 mss (minggu setelah subkultur)	42



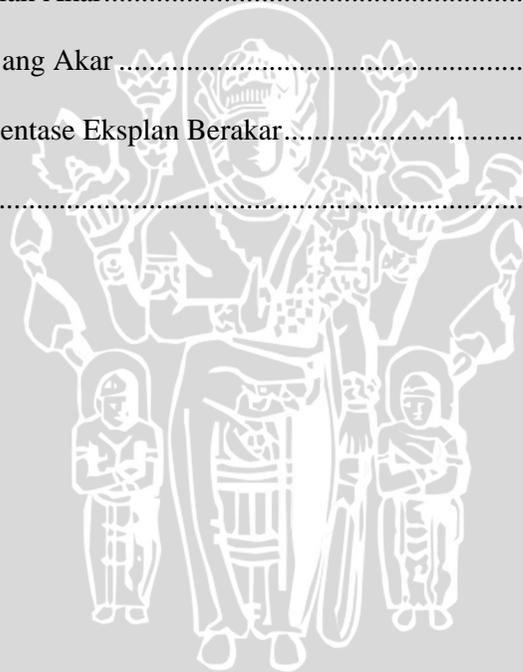
DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rata-Rata Umur Muncul Tunas Pertama Akibat Kombinasi Perlakuan Posisi Asal Eksplan Dan Varietas Jeruk	16
2.	Rata-Rata Jumlah Tunas Akibat Kombinasi Perlakuan Posisi Asal Eksplan Dan Varietas Jeruk Umur 2 Dan 8 msi	17
3.	Rata-Rata Jumlah Daun Pada Berbagai Kombinasi Perlakuan	19
4.	Rata-Rata Umur Muncul Akar Pertama Akibat Kombinasi Perlakuan Posisi Asal Eksplan Dan Varietas Jeruk	21
5.	Rata-Rata Jumlah Akar Pada Berbagai Perlakuan	22
6.	Rata-Rata Panjang Akar Pada Berbagai Perlakuan	23
7.	Persentase Jumlah Eksplan Berakar	25

Lampiran

1.	Sidik Ragam Umur Muncul Tunas Pertama	35
2.	Sidik Ragam Jumlah Tunas 1 msi	35
3.	Sidik Ragam Jumlah Tunas 2 msi	35
4.	Sidik Ragam Jumlah Tunas 3 msi	35
5.	Sidik Ragam Jumlah Tunas 4 msi	35
6.	Sidik Ragam Jumlah Tunas 5 msi	35
7.	Sidik Ragam Jumlah Tunas 6 msi	36
8.	Sidik Ragam Jumlah Tunas 7 msi	36
9.	Sidik Ragam Jumlah Tunas 8 msi	36
10.	Sidik Ragam Jumlah Daun 2 msi	36

11. Sidik Ragam Jumlah Daun 3 msi	36
12. Sidik Ragam Jumlah Daun 4 msi	36
13. Sidik Ragam Jumlah Daun 5 msi	37
14. Sidik Ragam Jumlah Daun 6 msi	37
15. Sidik Ragam Jumlah Daun 7 msi	37
16. Sidik Ragam Jumlah Daun 8 msi	37
17. Sidik Ragam Umur Muncul Akar Pertama	37
18. Sidik Ragam Jumlah Akar.....	38
19. Sidik Ragam Panjang Akar	38
20. Sidik Ragam Persentase Eksplan Berakar.....	38
21. Nilai Uji Duncan	39



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman jeruk merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting. Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya permintaan akan produk tanaman jeruk. Peningkatan permintaan ini harus diimbangi dengan produktivitas tanaman yang baik karena akan berpengaruh pada suplainya. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas tanaman jeruk adalah dengan mengganti tanaman yang produktivitasnya rendah dengan tanaman baru yang produktivitasnya lebih tinggi.

Perbanyakan tanaman jeruk dalam skala besar dilakukan secara grafting maupun okulasi. Metode perbanyakan dengan cara ini tidak terlepas dari peran tanaman batang bawah (rootstock) yang harus mampu mendukung pertumbuhan tanaman batang atas atau scion. Tanaman batang bawah yang baik harus memiliki tingkat kompatibilitas yang tinggi dengan tanaman batang atas. Selain itu tanaman batang bawah harus mampu menghasilkan buah dan biji yang tinggi, derajat poliembrioni biji yang tinggi serta mampu beradaptasi dengan lingkungan pada saat transplanting.

Terdapat beberapa varietas tanaman jeruk yang dimanfaatkan sebagai tanaman batang bawah. Beberapa varietas yang umumnya ditanam sebagai tanaman batang bawah diantaranya adalah varietas Japanese Citron, Rough Lemon, Volkameriana dan AA23. Sifat yang dimiliki oleh varietas Japanese Citron adalah pohon tegar dengan perakaran yang dalam dan tahan terhadap kekeringan. Varietas Rough Lemon mempunyai karakter pohon yang tegar dan tumbuh cepat dengan perakaran yang banyak dan menyebar. Varietas Volkameriana juga mempunyai pohon yang tegar namun intensitas berbijinya rendah. Sedangkan varietas AA23 merupakan varietas introduksi. Varietas ini mempunyai pohon yang tegar dan perakaran yang dalam. Secara genetik masing-masing varietas tersebut mempunyai perbedaan sehingga dimungkinkan adanya perbedaan pula pada kemampuan pertumbuhannya. Oleh karena itu untuk

mengetahui pertumbuhan masing-masing varietas perlu diadakan penelitian tersendiri.

Tanaman batang bawah jeruk umumnya diperbanyak melalui biji. Namun kendala yang dihadapi dalam pengadaan biji adalah terbatasnya jumlah pohon induk sebagai sumber biji tanaman batang bawah sehingga biji untuk memperbanyak tanaman batang bawah sulit didapat. Selain itu, tingkat poliembrioni biji yang dihasilkan oleh tanaman batang bawah masih rendah. Hal ini menyebabkan tanaman yang berasal dari biji tetapi mempunyai sifat yang sama dengan induknya sangat terbatas. Kendala di atas menunjukkan bahwa memperbanyak batang bawah jeruk melalui biji kurang menguntungkan untuk skala besar. Oleh karena itu diperlukan metode perbanyakan alternatif, salah satunya adalah secara vegetatif yakni dengan memanfaatkan bagian vegetatif tanaman yang jumlahnya cukup banyak.

Perbanyak tanaman batang bawah jeruk secara vegetatif dapat dilakukan menggunakan bagian batang yang sering disebut dengan stek batang. Kendala yang dihadapi dalam perbanyakan ini adalah kondisi tempat tumbuh yang kurang menguntungkan akan menghambat pertumbuhan stek itu sendiri khususnya pada awal pertumbuhan. Oleh karena itu untuk memberikan kondisi lingkungan pertumbuhan yang menguntungkan lebih mudah dilakukan di dalam ruangan yang mudah dimodifikasi. Salah satu metode yang dapat dipakai adalah secara *in vitro*. Keuntungan metode perbanyakan ini diantaranya adalah proses perbanyakan tanaman dilakukan dalam kondisi steril dan bahan tanam (eksplan) yang digunakan dalam jumlah yang sedikit namun mampu menghasilkan tanaman dalam jumlah yang besar.

Eksplan yang digunakan sebagai bahan tanam dapat berupa bagian vegetatif tanaman seperti batang maupun jaringan meristem tanaman. Asal eksplan ini akan berpengaruh pada kemampuan pertumbuhannya. Begitu pula dengan posisi atau kedudukan eksplan pada tanaman donor, pertumbuhannya akan berbeda satu sama lain. Posisi eksplan pada tanaman donor ini sangat erat kaitannya dengan sifat jaringan tanaman serta kandungan karbohidratnya. Eksplan yang terdiri dari

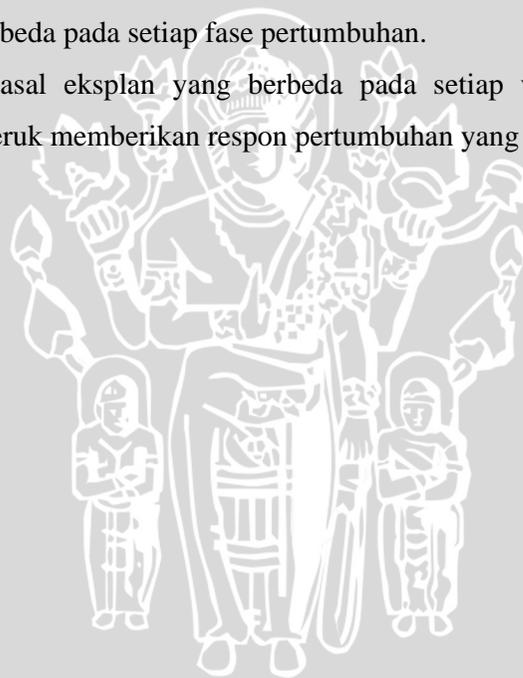
jaringan meristematis dan memiliki cadangan makanan yang cukup diduga mampu memberikan respon yang baik terhadap pertumbuhannya.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan eksplan pada kultur batang 4 varietas jeruk secara *in vitro* dengan posisi asal eksplan yang berbeda pada tanaman induk.

Hipotesis

1. Diduga masing-masing varietas tanaman batang bawah jeruk memberikan respon yang berbeda pada setiap fase pertumbuhan.
2. Diduga posisi asal eksplan yang berbeda pada setiap varietas tanaman batang bawah jeruk memberikan respon pertumbuhan yang berbeda pula.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Perbanyak Tanaman Jeruk

Tanaman jeruk termasuk dalam keluarga Rutaceae dengan nama latin *Citrus* sp. Tanaman ini dapat diperbanyak melalui beberapa cara perbanyak seperti biji, okulasi dan cangkok. Tanaman jeruk yang berasal dari biji masih banyak tumbuh di Indonesia (Ashari, 1995). Meskipun berasal dari biji, tanaman hasil perbanyak melalui biji banyak yang memiliki sifat identik dengan induknya karena biji jeruk memiliki sifat poliembrioni. Biji poliembrioni adalah biji yang berisi beberapa embrio namun hanya satu yang merupakan hasil perkawinan sedangkan yang lain tumbuh diluar embrio sac atau kantung embrio dan tumbuh menjadi tanaman yang memiliki sifat seperti induknya (Garner and Chaudhari, 1976).

Cara perbanyak tanaman jeruk yang sering dilakukan adalah dengan cara menyambung. Reuther (1973) menyebutkan bahwa perbanyak tanaman jeruk melalui grafting lebih mudah daripada okulasi atau menempel. Perbanyak dengan cara ini memerlukan 2 tanaman yaitu tanaman batang bawah (rootstock) dan tanaman batang atas (scion). Kedua tanaman tersebut harus memiliki kelebihan masing-masing sehingga tanaman baru hasil sambungan akan memiliki kualitas baik. Tanaman batang bawah umumnya diperbanyak melalui biji namun tidak menutup kemungkinan diperbanyak secara vegetatif. Perbanyak secara vegetatif lebih menguntungkan karena bahan tanam lebih mudah didapat dan jumlahnya banyak. Selain itu sifat tanaman yang dihasilkan akan sama dengan sifat induknya.

Selain perbanyak di atas, jeruk juga diperbanyak melalui cangkok. Namun perbanyak melalui cangkok ini kurang efisien karena bahan tanamnya terbatas sehingga bibit yang dihasilkan juga terbatas. Hal ini yang menyebabkan perbanyak tanaman melalui cangkok jarang diterapkan untuk perbanyak tanaman jeruk dalam skala usaha besar.

Batang Bawah Tanaman Jeruk

Kualitas tanaman batang bawah merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan dalam perbanyakan secara grafting maupun okulasi. Hal ini dikarenakan tanaman batang bawah yang tidak cocok dengan tanaman batang atas akan menurunkan keberhasilan sambungan bahkan menyebabkan kegagalan dalam proses pertautan.

Sjaifullah (*et al* 1995 dalam Supriati dan Adil, 2005) menyatakan bahwa spesies tanaman yang digunakan sebagai tanaman batang bawah harus toleran terhadap kondisi tanah yang tidak menguntungkan seperti keasaman tanah maupun patogen. Tanaman batang bawah harus memiliki karakter sebagai berikut (Anonymous, 1982):

1. Kompatibel dengan varietas batang atas sehingga pertautan antara batang atas dan batang bawah akan menghasilkan pertumbuhan yang baik dan lama, produktivitas yang tinggi, serta kualitas produk yang baik pula.
2. Dapat beradaptasi dengan berbagai kedalaman tanah, tekstur dan struktur tanah, pH tanah dan keasaman tanah hingga nutrisi dalam tanah. Sehingga diharapkan batang bawah mampu bertahan dengan kondisi tanah yang ekstrim sekalipun.
3. Resisten terhadap penyakit khususnya penyakit tanah seperti *Phytophthora* sp.

Berdasarkan kriteria di atas tidak semua varietas tanaman jeruk dapat digunakan sebagai batang bawah. Kriteria khusus yang digunakan sebagai batang bawah tanaman jeruk harus true to type maksudnya adalah batang bawah yang asli atau sesuai dengan sifat induknya dan bebas dari patogen. Chang dan Peterson (2003) menyebutkan ada lebih dari 10 varietas yang biasa digunakan sebagai batang bawah untuk tanaman jeruk. Varietas tersebut diantaranya adalah: Sweet Orange, Sour Orange, Grape Fruit, Shaddock, Rough Lemon, Trifoliolate Orange, Troyer Citrange, Cleopatra Mandarin Dan Sampson Tangelo. Varietas lain yang dapat digunakan sebagai batang bawah adalah varietas AA23 dimana varietas ini memiliki pohon yang tegar dengan perakaran yang dalam. Jumlah biji per buah

rata-rata 40-50 buah. Sedangkan varietas yang umumnya digunakan di Indonesia antara lain:

1. Japanese Citron (JC) merupakan hasil persilangan antara *Citrus nobilis* dan *Citrus medica*. Varietas ini memiliki perakaran yang dalam dan tahan terhadap kekeringan. Pracaya (2002) menyebutkan bahwa varietas Japanese Citron mudah terserang virus Tristeza. Namun Japanese Citron memiliki pohon yang tegar dan termasuk varietas yang produktif dimana dalam 1 buah terdapat 8-10 biji. Biji yang dihasilkan memiliki derajat poliembrioni yang rendah yaitu antara 18,3-50% dengan semaian generatif 35% (Anonymous, 2004).
2. Rough Lemon (*Citrus limon*) ialah varietas jeruk yang berasal dari India namun sudah tersebar di seluruh dunia termasuk Indonesia. Varietas ini memiliki pohon yang tegar dan tumbuh cepat dengan perakaran yang banyak dan menyebar. Banyak akar lateral yang mengumpul dekat permukaan tanah. Rough Lemon mampu beradaptasi dengan tanah berpasir serta mampu melakukan pertautan dengan batang bawah dengan cepat namun buah yang dihasilkan memiliki kualitas yang rendah. Meskipun demikian biji yang dihasilkan cukup banyak dimana 1 buah berisi 15-20 biji dengan derajat poliembrioni antara 90-100% (Anonymous, 2004).
3. Volkameriana merupakan salah satu varietas jeruk yang digunakan sebagai batang bawah yang peka terhadap nematoda dan *Phytophthora* sp. Volkameriana juga tahan terhadap Exocortis dan Tristeza. Devy (1990 dalam Sutanto dan Devy, 1995) menyebutkan bahwa varietas ini menghasilkan tanaman yang tegar dan mempunyai intensitas berbuah yang rendah sehingga biji yang dihasilkanpun juga rendah. Buah yang dihasilkan mempunyai kualitas sedang.

Perbanyak Tanaman Secara *In vitro*

Perbanyak tanaman secara *in vitro* artinya memperbanyak tanaman baru pada media buatan dalam kondisi steril. Adam dan Early (2004) menyebutkan bahwa media *in vitro* mengandung semua vitamin, mineral dan nutrisi organik

yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bahan tanaman atau sering disebut eksplan. Bahan tanam atau sering disebut eksplan yang digunakan dalam ukuran yang sangat kecil seperti embrio, ujung tunas, ujung akar, polen dan biji (Hartman dan Kester, 1975). Hampir semua tanaman dapat diperbanyak melalui cara ini. Beberapa tanaman yang sudah diperbanyak dengan cara *in vitro* secara besar-besaran antara lain anggrek, pisang, kentang dan jeruk (Ashari, 1995).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan dari teknik ini, diantaranya adalah potensi genetik tanaman, media pertumbuhan, hormon, vitamin dan lingkungan tumbuh. Kondisi yang selalu steril merupakan salah satu faktor terpenting. Perbanyak tanaman secara *in vitro* dilakukan didalam ruangan khusus sehingga lingkungan pertumbuhan dapat mudah dimodifikasi dan tidak tergantung dengan musim (Triatminingsih dkk, 2003). Hal ini memungkinkan memperbanyak tanaman kapan saja. Selain itu, dengan teknik *in vitro* akan didapatkan tanaman baru dengan jumlah yang lebih banyak dan lebih cepat dibandingkan dengan cara konvensional. Tanaman yang dihasilkanpun seragam pertumbuhannya. Tetapi cara *in vitro* ini memiliki beberapa kelemahan. Wardiyati (1998) menyatakan bahwa perbanyak secara *in vitro* memerlukan biaya yang lebih mahal dibanding cara konvensional.

Perbanyak dengan cara *in vitro* melalui beberapa tahapan seperti yang dijelaskan oleh Wardiyati (1998). Tahapan tersebut adalah:

1. Isolasi eksplan adalah tahap pemisahan eksplan dari tanaman induk. Eksplan yang akan ditanam (inokulasi) harus disterilkan terlebih dahulu untuk menghindari serangan mikroorganisme.
2. Inokulasi adalah tahap penanaman eksplan ke media pertumbuhan. Tahap ini dilakukan dalam Laminar Air Flow Cabinet (LAFC).
3. Proliferasi adalah tahap perbanyak atau penggandaan tunas. Pada tahap ini dihindari eksplan membentuk akar.
4. Perakaran adalah tahap pembentukan akar pada eksplan. Hal ini dilakukan agar nantinya tanaman baru mampu beradaptasi dengan kondisi aklimatisasi.

5. Aklimatisasi adalah tahap pengadaptasian tanaman baru terhadap kondisi lingkungan luar. Tahap ini dimaksudkan agar tanaman tidak stress saat dipindah ke lingkungan pertumbuhan yang sebenarnya.
6. Transplanting adalah tahap pemindahan tanaman baru yang telah diaklimatisasi ke media penanaman yang baru.

Tanaman jeruk merupakan salah satu tanaman yang sudah diperbanyak dengan cara ini. Beberapa jenis perbanyakan secara *in vitro* telah diterapkan diantaranya adalah kultur tunas pucuk (shoot tip grafting) yang digunakan untuk menghasilkan tanaman bebas virus (Janick, 1986). Bahan eksplannya berasal dari meristem apikal dengan 3 primordia daun. Selain itu bagian tanaman jeruk yang dapat digunakan sebagai bahan eksplan adalah bagian akar, batang dan daunnya atau sering disebut dengan kultur organogenesis (Janick, 1986).

Pengaruh Posisi Bahan Eksplan

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam perbanyakan secara vegetatif adalah bahan tanamnya. Setiap bagian tanaman mengalami pertumbuhan yang berbeda sehingga perbanyakan tanaman menggunakan bagian tanaman yang berbeda juga akan menunjukkan respon pertumbuhan yang berbeda pula. Seperti yang dilaporkan oleh Winarto *et al* (2005), yang menyebutkan bahwa kedudukan eksplan pada tanaman induk yang digunakan sebagai bahan eksplan dalam kultur jaringan anyelir sangat penting untuk mendapatkan tunas adventif yang maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua bagian tanaman anyelir mampu menghasilkan tunas adventif yang terbaik.

Van Atvorst (*et al* 1992, dalam Winarto dkk, 2005) menyebutkan bahwa eksplan yang lebih muda umumnya menunjukkan respon pertumbuhan yang terbaik. Hal ini dikarenakan pada eksplan yang masih muda mengandung jaringan yang bersifat meristematik atau jaringan yang aktif membelah. Hal senada diungkapkan oleh Meyer dan Anderson (1952) bahwa pertumbuhan tidak terjadi pada semua bagian tanaman melainkan hanya pada bagian tanaman yang mengandung jaringan meristem. Meristem pada tumbuhan terletak pada beberapa bagian tanaman diantaranya ujung batang dan ujung akar.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tunas lateral dan tunas terminal sebagai bahan tanam menunjukkan hasil yang berbeda. Pada stek rhododendron yang diambil dari tunas lateral memberikan jumlah stek berakar yang lebih tinggi dibandingkan dengan stek yang berasal dari tunas terminal (Hartman dan Kester, 1975). Penelitian tentang stek 3 kultivar tanaman blueberry juga menunjukkan bahwa stek dengan bahan tanam yang berasal dari tunas bagian dasar lebih berhasil daripada bahan tanam dari bagian terminal. Hal ini disebabkan karena dibagian dasar merupakan tempat tumbuhnya akar dimana bagian dasar tersebut juga merupakan tempat berakumulasinya karbohidrat.



III. BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Desember 2007-Juni 2008 di Laboratorium Kultur Jaringan Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Tanaman Subtropika Desa Tlekung Kecamatan Junrejo Kota Batu dengan ketinggian 900 m dpl.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: timbangan analitik, spatula, beaker glass, sendok plastik, labu ukur, pH meter, autoclave, aluminium foil, Laminar Air Flow Cabinet (LAFC), pisau scapel, tabung reaksi, pinset, petridish, lampu spiritus (bunsen), semprotan alkohol, dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan adalah: semai *in vitro* 4 varietas tanaman jeruk (Japanese Citron, Rough lemon, Volkameriana dan AA23) yang berumur ± 2 bulan, media MS (Murashige and Skoog), BA (Benzil Adenin), NAA (Naphthalene Asetat Acid), IBA (Indole Butirat-3 Acid), ADE (Adenin), larutan HCl 0,1N, larutan NaOH 0,1N, gula, agar, aquades, dan alkohol 70% dan 96%.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode rancangan acak lengkap sederhana. Penelitian ini terdiri dari 12 perlakuan yang merupakan kombinasi antara posisi asal eksplan dengan varietas tanaman jeruk. Perlakuan tersebut yaitu:

1. A: Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron
2. B: Batang bagian tengah varietas Japanese Citron
3. C: Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron
4. D: Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon
5. E: Batang bagian tengah varietas Rough Lemon
6. F: Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon
7. G: Batang bagian pucuk varietas Volkameriana

8. H: Batang bagian tengah varietas Volkameriana
9. I: Batang bagian pangkal varietas Volkameriana
10. J: Batang bagian pucuk varietas AA23
11. K: Batang bagian tengah varietas AA23
12. L: Batang bagian pangkal varietas AA23

Masing-masing perlakuan diatas diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 5 eksplan.

Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yaitu:

1. Pembuatan media

Media yang digunakan terdiri dari 3 jenis yaitu media untuk menyeragamkan nutrisi, media untuk tahap proliferasi dan media untuk tahap perakaran. Media yang digunakan untuk menyeragamkan nutrisi adalah media MS0. Cara pembuatannya adalah larutan media MS yang telah disiapkan diukur keasamannya menggunakan pHmeter. Jika pH larutan lebih dari 5,8 ditambah dengan larutan HCl sedangkan jika pH kurang dari 5,8 ditambah dengan larutan NaOH. Setelah proses pengukuran pH, larutan tersebut ditambah 9g/l agar dan dipanaskan di atas kompor hingga mendidih sambil diaduk dengan spatula. Larutan yang telah mendidih kemudian diangkat dan dituangkan ke dalam botol kultur sebanyak ± 15 ml. Setelah botol kultur diisi dengan media, segera ditutup menggunakan alumunium foil.

Untuk tahap proliferasi, media MS yang telah disiapkan ditambah dengan 1mg/l BA, 0,5mg/l IBA, 40mg/l ADE dan gula 35g/l kemudian dilarutkan dan diaduk sampai rata. Selanjutnya larutan tersebut diukur keasamannya menggunakan pHmeter. Jika pH larutan lebih dari 5,8 ditambah dengan larutan HCl sedangkan jika pH kurang dari 5,8 ditambah dengan larutan NaOH. Setelah proses pengukuran pH, larutan tersebut ditambah 9g/l agar dan dipanaskan di atas kompor hingga mendidih sambil diaduk dengan spatula. Larutan yang telah mendidih kemudian diangkat dan

dituangkan ke dalam botol kultur sebanyak ± 15 ml. Setelah botol kultur diisi dengan media, segera ditutup menggunakan aluminium foil.

Untuk tahap perakaran, media MS ditambah dengan 1mg/l NAA dan sukrosa 30g/l kemudian dilarutkan dan diaduk sampai rata. Selanjutnya larutan tersebut diukur keasamannya menggunakan pHmeter. Jika pH larutan lebih dari 5,8 ditambah dengan larutan HCl sedangkan jika pH kurang dari 5,8 ditambah dengan larutan NaOH. Setelah proses pengukuran pH, larutan tersebut ditambah 9g/l agar dan dipanaskan di atas kompor hingga mendidih sambil diaduk dengan spatula. Larutan yang telah mendidih kemudian diangkat dan dituangkan ke dalam tabung reaksi sebanyak ± 15 ml. Setelah tabung reaksi diisi dengan media, segera ditutup menggunakan aluminium foil.

Botol kultur dan tabung reaksi yang telah berisi media kemudian disterilkan menggunakan autoclave dengan tekanan 15psi selama 25 menit dengan suhu 121°C . Media dalam botol kultur dan tabung reaksi siap digunakan.

2. Penanaman eksplan ke media MS0

Sebelum eksplan ditanam dalam media proliferasi, eksplan ditanam terlebih dahulu pada media MS0 yaitu media MS tanpa penambahan zat tumbuh apapun. Hal ini dilakukan untuk menyeragamkan kondisi eksplan. Penanaman eksplan dilakukan dalam LAFC. Semua alat yang akan digunakan harus disemprot menggunakan alkohol dan dipanaskan menggunakan bunsen. Eksplan ditanam pada media dalam botol kultur yang telah berisi media MS0. Caranya tanaman hasil perbanyakan melalui biji dikeluarkan dari botol kultur kemudian dipotong menjadi 3 bagian yaitu pucuk, tengah dan pangkal sepanjang 1-2cm dengan bagian bawah dipotong miring. Kemudian hasil potongan tersebut ditanam pada media dalam botol kultur. Setelah proses penanaman eksplan selesai, botol kultur ditutup kembali dengan aluminium foil. Selanjutnya botol ini diletakkan dalam rak tumbuh yang disimpan pada ruangan yang mempunyai suhu 25°C dengan lama penyinaran 16 jam dan intensitas cahaya 1000 lux. Penyimpanan dilakukan selama 1 bulan.

3. Penanaman eksplan ke media proliferasi (inokulasi)

Setelah 1 bulan ditanam pada media MS0, eksplan selanjutnya dipindah ke media proliferasi. Caranya, eksplan dalam botol kultur yang berisi media MS0 dikeluarkan dari botol menggunakan pinset. Selanjutnya eksplan tersebut ditanam pada media proliferasi menggunakan pinset. Eksplan ditanam dengan posisi tegak. Setiap botol berisi 5 eksplan. Setelah proses penanaman selesai, botol kultur ditutup kembali menggunakan alumunium foil. Selanjutnya botol ini diletakkan dalam rak tumbuh yang disimpan pada ruangan yang mempunyai suhu 25⁰C dengan lama penyinaran 16 jam dan intensitas cahaya 1000 lux. Penyimpanan dilakukan selama 2 bulan.

4. Pemindahan ke media MS0

Eksplan yang telah muncul tunas pada tahap proliferasi kemudian di subkultur atau dipindah ke media MS0. Caranya, tunas-tunas yang tumbuh pada eksplan dipisahkan satu per satu menggunakan scapel. Setelah dipisahkan, tunas-tunas tersebut dipilih yang pertumbuhannya seragam. Tunas yang tumbuh seragam tersebut langsung ditanam pada media MS0 dalam botol kultur. Setelah proses penanaman selesai, botol kultur ditutup kembali menggunakan alumunium foil. Selanjutnya botol ini diletakkan dalam rak tumbuh yang disimpan pada ruangan yang mempunyai suhu 25⁰C dengan lama penyinaran 16 jam dan intensitas cahaya 1000 lux. Penyimpanan dilakukan selama 2 minggu.

5. Pemindahan ke media perakaran (subkultur)

Setelah 2 minggu ditanam pada media MS0, tunas selanjutnya dipindah ke media perakaran. Caranya, tunas dikeluarkan dari botol kultur menggunakan pinset. Tunas yang sudah dikeluarkan segera ditanam pada media perakaran di dalam tabung reaksi menggunakan pinset. Setiap tabung reaksi diisi 2-3 tunas. Selanjutnya tabung reaksi segera ditutup menggunakan alumunium foil. Setelah proses penanaman selesai, tabung reaksi ditutup kembali menggunakan alumunium foil. Selanjutnya tabung reaksi ini diletakkan dalam rak tumbuh yang disimpan pada ruangan yang

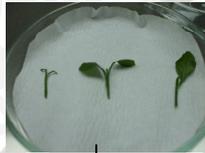
mempunyai suhu 25⁰C dengan lama penyinaran 16 jam dan intensitas cahaya 1000 lux. Penyimpanan dilakukan selama 2 bulan.



Tanaman hasil perbanyakan dengan biji



Dipotong menjadi 3 bagian yaitu pucuk, tengah dan pangkal



Batang bagian pucuk, tengah dan pangkal



Potongan batang (eksplan) ditanam pada media MS0 dalam botol kultur



Eksplan pada media MS0 dalam botol kultur



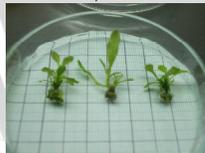
Eksplan ditanam selama 1 bulan
Eksplan dipindah ke media proliferasi



Eksplan pada media proliferasi dalam botol kultur



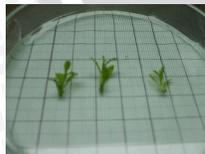
Eksplan ditumbuhkan selama 2 bulan



Tunas yang muncul pada tahap proliferasi



Tunas yang muncul dipisahkan satu per satu
Tunas dipilih yang seragam



Tunas yang siap dipindah ke media MS0 dan perakaran



Tunas ditanam selama 2 minggu pada media MS0
Tunas dipindah ke media perakaran dalam tabung reaksi



Tunas pada media perakaran

Tunas dipindah ke media perakaran selama 2 bulan

Gambar 1. Bagan Alur Kerja



A



B

Gambar 2. Persiapan Media

(A) Media Proliferasi Dalam botol Kultur (B) Media Perakaran Dalam Tabung Reaksi

Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada semua eksplan pada tiap satuan percobaan. Parameter yang diamati meliputi 2 fase pertumbuhan yaitu fase proliferasi dan fase perakaran. Parameter yang diamati pada fase proliferasi adalah sebagai berikut:

1. Umur muncul tunas pertama (hari setelah inokulasi)
Pengamatan saat muncul akar dilakukan setiap hari mulai 1 hari setelah inokulasi.
2. Jumlah tunas per eksplan (buah)
Pengamatan jumlah tunas dilakukan dengan menghitung semua tunas yang muncul setiap 1 minggu sekali mulai 1 minggu setelah inokulasi selama 2 bulan.
3. Jumlah daun per eksplan (helai)
Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan menghitung semua daun yang muncul per eksplan setiap 1 minggu sekali mulai 1 minggu setelah inokulasi selama 2 bulan.

Parameter yang diamati pada fase perakaran adalah sebagai berikut:

1. Umur muncul akar pertama (hari setelah subkultur)
Pengamatan saat muncul akar dilakukan setiap hari mulai 1 hari setelah subkultur.
2. Jumlah akar per eksplan (buah)
Pengamatan jumlah akar per eksplan dilakukan dengan menghitung semua akar yang tumbuh pada eksplan pada akhir penelitian.

3. Panjang akar (cm)

Pengamatan panjang akar dilakukan dengan mengukur panjang akar yang terpanjang pada akhir penelitian.

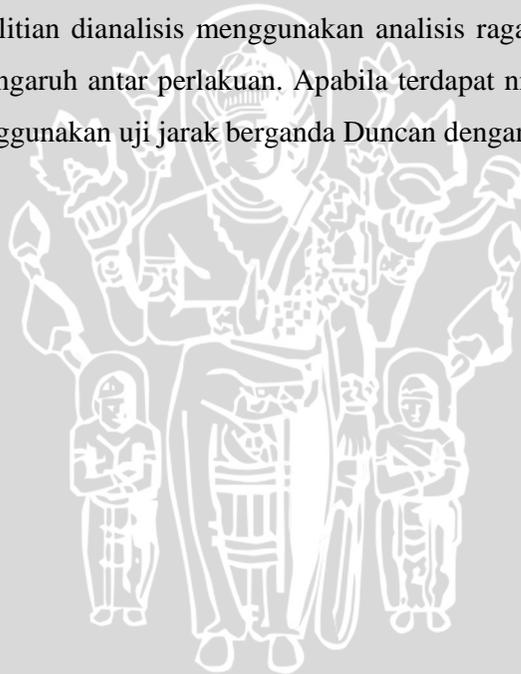
4. Persentase eksplan berakar (%)

Persentase eksplan berakar dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ eksplan berakar dan bertunas} = \frac{\sum \text{eksplan berakar}}{\sum \text{semua eksplan}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F hitung) untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Apabila terdapat nilai yang berbeda nyata diteruskan menggunakan uji jarak berganda Duncan dengan taraf 5%.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Fase Proliferasi

4.1.1.1 Umur Muncul Tunas Pertama

Hasil analisis ragam pada parameter umur muncul tunas pertama menunjukkan bahwa terdapat nilai yang berbeda nyata antar perlakuan (Lampiran 1). Rata-rata umur muncul tunas yang pertama akibat berbagai perlakuan posisi asal eksplan dengan varietas jeruk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Umur Muncul Tunas Pertama Akibat Kombinasi Perlakuan Posisi Asal Eksplan Dengan Varietas Jeruk.

Perlakuan	Rata-rata umur muncul tunas (hsi)
A (Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron)	7.60 cd
B (Batang bagian tengah varietas Japanese Citron)	5.87 ab
C (Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron)	7.40 bcd
D (Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon)	8.60 d
E (Batang bagian tengah varietas Rough Lemon)	5.87 ab
F (Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon)	6.60 abc
G (Batang bagian pucuk varietas Volkameriana)	6.40 abc
H (Batang bagian tengah varietas Volkameriana)	6.47 abc
I (Batang bagian pangkal varietas Volkameriana)	6.73 abc
J (Batang bagian pucuk varietas AA23)	6.47 abc
K (Batang bagian tengah varietas AA23)	5.53 a
L (Batang bagian pangkal varietas AA23)	7.47 bcd

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%, hsi: hari setelah inokulasi

Dari Tabel 1. diketahui bahwa perlakuan batang bagian tengah varietas AA23 (K) menumbuhkan tunas pertama yang lebih awal dibandingkan perlakuan yang lain. Namun perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan batang bagian tengah varietas Japanese Citron, Rough Lemon dan Volkameriana serta

batang bagian pangkal varietas Rough Lemon dan Volkameriana. Hasil ini juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan batang bagian pucuk varietas Volkameriana dan AA23. Sedangkan tunas pertama yang paling lama muncul terjadi pada eksplan yang berasal dari batang bagian pucuk varietas Rough Lemon (D) dan tidak berbeda nyata dengan batang bagian pucuk dan pangkal varietas Japanese Citron serta batang bagian pangkal varietas AA23 (L).

4.1.1.2 Jumlah Tunas Per Eksplan

Berdasarkan hasil analisis ragam, kombinasi perlakuan posisi asal eksplan dengan varietas jeruk berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas yang dihasilkan (Lampiran 1). Pengaruh kombinasi perlakuan tersebut terhadap jumlah tunas terjadi pada pengamatan 2 msi dan 8 msi (minggu setelah inokulasi). Rata-rata jumlah tunas per eksplan akibat kombinasi perlakuan posisi asal eksplan dengan varietas jeruk disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Jumlah Tunas Per Eksplan Akibat Kombinasi Perlakuan Posisi Asal Eksplan Dengan Varietas Jeruk.

Perlakuan	Rata-rata jumlah tunas (buah)	
	2 msi	8 msi
A (Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron)	1.53 ab	2.33 a
B (Batang bagian tengah varietas Japanese Citron)	1.33 a	2.33 a
C (Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron)	1.73 ab	2.80 ab
D (Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon)	1.27 a	2.87 ab
E (Batang bagian tengah varietas Rough Lemon)	1.53 ab	4.00 abc
F (Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon)	2.00 bc	5.60 c
G (Batang bagian pucuk varietas Volkameriana)	1.40 ab	3.27 ab
H (Batang bagian tengah varietas Volkameriana)	1.67 ab	3.88 abc
I (Batang bagian pangkal varietas Volkameriana)	2.33 c	4.20 bc
J (Batang bagian pucuk varietas AA23)	1.40 ab	2.20 a
K (Batang bagian tengah varietas AA23)	1.67 ab	3.00 ab
L (Batang bagian pangkal varietas AA23)	1.40 ab	2.53 ab

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%, msi: minggu setelah inokulasi

Dari Tabel 2. diketahui bahwa pada umur pengamatan 2 minggu setelah inokulasi batang bagian pangkal varietas Volkameriana (I) mampu menghasilkan jumlah tunas lebih banyak dibandingkan perlakuan yang lainnya. Namun jumlah tunas yang dihasilkan oleh perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan jumlah tunas yang dihasilkan oleh batang bagian pangkal varietas Rough Lemon (F). Rata-rata jumlah tunas yang dihasilkan oleh kedua perlakuan ini pada umur 2 msi adalah 2 buah. Sedangkan 10 perlakuan yang lain menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Pada umur 8 minggu setelah inokulasi jumlah tunas yang dihasilkan oleh perlakuan batang bagian pangkal varietas Rough Lemon (F) lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lain tetapi tidak berbeda nyata dengan jumlah tunas yang dihasilkan oleh perlakuan batang bagian tengah Rough Lemon (E) serta batang bagian tengah dan pangkal varietas Volkameriana. Sedangkan jumlah tunas yang lebih rendah dibandingkan perlakuan yang diuji dihasilkan oleh perlakuan batang bagian pucuk varietas AA23 (J) yakni sebanyak 2 buah. Namun hasil ini tidak berbeda nyata dengan sebagian besar perlakuan yang diuji yaitu semua posisi asal eksplan (pucuk, tengah dan bawah) varietas Japanese Citron, batang bagian pucuk dan tengah varietas Rough Lemon dan Volkameriana serta batang bagian tengah dan pangkal varietas AA23.

4.1.1.3 Jumlah Daun Per Eksplan

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh kombinasi perlakuan posisi asal eksplan dengan varietas jeruk terhadap jumlah daun yang dihasilkan. Pengaruh kombinasi perlakuan tersebut terjadi pada semua umur pengamatan yaitu 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 msi (Lampiran 1). Rata-rata jumlah daun per eksplan pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. menunjukkan bahwa pada pengamatan 2 minggu setelah inokulasi perlakuan batang bagian pangkal varietas Rough Lemon (F) menghasilkan jumlah daun terbanyak dibandingkan dengan semua perlakuan yang diuji. Namun pada akhir pengamatan (8 msi) jumlah daun yang dihasilkan oleh batang bagian tengah varietas Rough Lemon (E) lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang

lain. Namun hasil ini tidak berbeda nyata dengan hasil yang ditunjukkan oleh batang bagian pangkal varietas Rough Lemon (F) dan varietas Volkameriana (I).

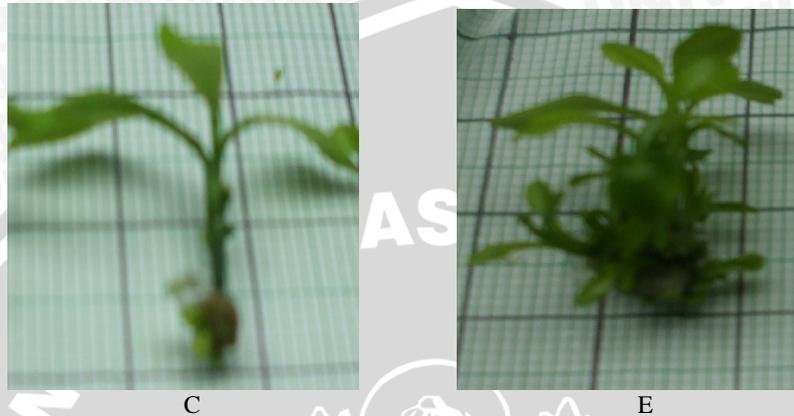
Tabel 3. Rata-Rata Jumlah Daun Per Eksplan Pada Berbagai Kombinasi Perlakuan

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun per eksplan (helai)						
	2 msi	3 msi	4 msi	5 msi	6 msi	7 msi	8 msi
A (Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron)	0.20 b	0.20 a	0.60 ab	0.40 bc	2.60 bc	3.40 bcd	5.33 de
B (Batang bagian tengah varietas Japanese Citron)	0.20 b	0.60 b	1.07 bc	0.83 c	2.80 bc	2.80 b	3.00 bc
C (Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron)	0.07 ab	0.07 a	0.47 a	0.27 ab	0.20 a	0.13 a	0.67 a
D (Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon)	0.73 d	1.00 cd	1.73 def	1.37 cd	2.80 bc	3.13 bc	3.27 cd
E (Batang bagian tengah varietas Rough Lemon)	0.40 c	0.87 bc	1.27 cd	1.07 cd	4.73 ef	8.00 g	10.60 f
F (Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon)	1.00 e	1.80 e	3.53 g	2.67 f	6.27 g	7.73 g	9.87 f
G (Batang bagian pucuk varietas Volkameriana)	0.40 c	0.20 a	1.53 cde	0.87 cd	2.40 b	2.93 b	3.07 c
H (Batang bagian tengah varietas Volkameriana)	0.47 c	1.20 de	2.07 ef	1.63 e	5.60 fg	6.60 efg	6.60 e
I (Batang bagian pangkal varietas Volkameriana)	0.53 c	0.73 bc	1.40 cd	1.07 e	4.27 def	7.07 fg	9.20 f
J (Batang bagian pucuk varietas AA23)	0.53 c	1.00 cd	2.27 f	1.63 d	3.93 cde	5.00 cde	5.87 e
K (Batang bagian tengah varietas AA23)	0.20 b	0.27 a	0.40 a	0.33 bc	3.20 bcd	5.27 def	6.00 e
L (Batang bagian pangkal varietas AA23)	0.00 a	0.00 a	0.20 a	0.10 a	0.67 a	0.87 a	0.87 ab

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5%, msi: minggu setelah inokulasi.

Pada umur pengamatan 2 msi juga diketahui bahwa batang bagian pangkal varietas AA23 (L) menghasilkan daun yang lebih sedikit dibandingkan dengan semua perlakuan yang diuji namun tidak berbeda nyata dengan batang bagian pangkal varietas Japanese Citron (C). Hasil ini juga tidak berbeda dengan hasil

yang ditunjukkan pada akhir pengamatan (8 msi) dimana jumlah daun yang dihasilkan oleh perlakuan batang bagian pangkal varietas Japanese Citron tidak berbeda nyata dengan perlakuan batang bagian pangkal varietas AA23.



Gambar 3. Eksplan Pada Umur 8 msi (minggu setelah inoculasi)
(C) Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron (E) batang bagian tengah varietas Rough Lemon

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa perlakuan batang bagian tengah varietas Rough Lemon menghasilkan jumlah daun lebih banyak daripada batang bagian pangkal varietas Japanese Citron.

4.1.2 Fase Perakaran

4.1.2.1 Umur Muncul Akar Pertama

Dari hasil analisis sidik ragam, terdapat pengaruh yang nyata dari kombinasi perlakuan yang diuji terhadap umur muncul akar pertama (Lampiran 2). Rata-rata umur muncul akar pertama pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4, diketahui bahwa umur munculnya akar pertama hampir seragam pada semua perlakuan yang diuji meskipun ada perlakuan yang menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4 dimana meskipun perlakuan batang bagian tengah varietas Japanese Citron berhasil menumbuhkan akar pertama yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan yang lain tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan batang bagian pucuk varietas Japanese Citron, batang bagian pucuk tengah dan pangkal varietas Rough Lemon dan Volkameriana serta batang bagian tengah dan pangkal varietas AA23. Sedangkan batang bagian pangkal varietas Japanese Citron menumbuhkan

akar yang lebih lama dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Namun hasil ini juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan batang bagian pucuk varietas Japanese Citron, batang bagian pucuk, tengah dan pangkal varietas Rough Lemon dan Volkameriana.

Tabel 4. Rata-rata Umur muncul Akar Pertama Akibat Kombinasi Perlakuan Posisi Asal Eksplan Dengan Varietas Jeruk.

Perlakuan	Rata-rata umur muncul akar	
	Hss	$\sqrt{x+0.5}$
A (Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron)	15.00 ab	3.91
B (Batang bagian tengah varietas Japanese Citron)	6.80 a	2.66
C (Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron)	23.93 b	4.89
D (Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon)	10.47 ab	3.29
E (Batang bagian tengah varietas Rough Lemon)	12.13 ab	3.46
F (Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon)	10.67 ab	3.29
G (Batang bagian pucuk varietas Volkameriana)	11.20 ab	3.34
H (Batang bagian tengah varietas Volkameriana)	16.13 ab	3.74
I (Batang bagian pangkal varietas Volkameriana)	19.87 ab	4.44
J (Batang bagian pucuk varietas AA23)	7.80 a	2.79
K (Batang bagian tengah varietas AA23)		
L (Batang bagian pangkal varietas AA23)	7.53 a	2.49

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5% $\sqrt{x+0.5}$ = transformasi arcsin, hss: hari setelah subkultur

4.1.2.2 Jumlah Akar

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap jumlah akar yang dihasilkan (Lampiran 2). Rata-rata jumlah akar yang dihasilkan oleh masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 5.

Dari Tabel 5. diketahui bahwa batang bagian pangkal varietas Japanese Citron (C) menghasilkan akar yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu sebanyak 3 buah. Namun nilai ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan varietas yang sama dengan posisi batang bagian pucuk dan tengah serta seluruh posisi asal batang (pucuk, tengah dan pangkal) pada varietas Rough Lemon. Sedangkan jumlah akar paling sedikit dicapai oleh batang bagian pangkal

varietas AA23 (L) dan tidak berbeda nyata dengan batang bagian pucuk, tengah dan pangkal varietas Volkameriana serta batang bagian pucuk dan pangkal varietas AA23.

Tabel 5. Rata-Rata Jumlah Akar Pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Rata-rata jumlah akar	
	Buah	$\sqrt{x+0.5}$
A (Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron)	1.80 bc	1.50
B (Batang bagian tengah varietas Japanese Citron)	1.73 bc	1.47
C (Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron)	2.87 c	1.83
D (Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon)	1.80 bc	1.51
E (Batang bagian tengah varietas Rough Lemon)	1.67 bc	1.45
F (Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon)	1.40 bc	1.37
G (Batang bagian pucuk varietas Volkameriana)	1.13 ab	1.26
H (Batang bagian tengah varietas Volkameriana)	0.80 ab	1.12
I (Batang bagian pangkal varietas Volkameriana)	0.87 ab	1.16
J (Batang bagian pucuk varietas AA23)	0.40 a	0.94
K (Batang bagian tengah varietas AA23)		
L (Batang bagian pangkal varietas AA23)	0.33 a	0.89

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5% $\sqrt{x+0.5}$ = transformasi arcsin, hss: hari setelah subkultur



Gambar 4. Tunas Pada Umur 8 mss (minggu setelah subkultur)
 (C) Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron, (E) Batang bagian tengah varietas Rough Lemon, (G) Batang bagian pucuk varietas Volkameriana, (L) Batang bagian pangkal varietas AA23

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa jumlah akar yang dihasilkan oleh batang bagian pangkal varietas Japanese Citron lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan batang bagian pangkal varietas AA23.

4.1.2.3 Panjang Akar

Berdasarkan hasil analisis ragam, terdapat pengaruh perlakuan yang diuji terhadap panjang akar yang dihasilkan (Lampiran 2). Rata-rata panjang akar akibat kombinasi perlakuan posisi asal eksplan dengan varietas jeruk disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Panjang Akar Pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Rata-rata panjang akar	
	Cm	$\sqrt{x+0.5}$
A (Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron)	0.85 ab	1.15
B (Batang bagian tengah varietas Japanese Citron)	2.32 bc	1.66
C (Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron)	2.69 bc	1.70
D (Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon)	1.37 ab	1.37
E (Batang bagian tengah varietas Rough Lemon)	2.01 abc	1.58
F (Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon)	4.04 c	2.09
G (Batang bagian pucuk varietas Volkameriana)	0.71 ab	1.09
H (Batang bagian tengah varietas Volkameriana)	0.85 ab	1.15
I (Batang bagian pangkal varietas Volkameriana)	0.97 ab	1.21
J (Batang bagian pucuk varietas AA23)	1.30 ab	1.27
K (Batang bagian tengah varietas AA23)		
L (Batang bagian pangkal varietas AA23)	0.50 a	0.98

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5% $\sqrt{x+0.5}$ = transformasi arcsin

Tabel 6. menunjukkan bahwa akar dihasilkan oleh batang bagian pangkal varietas Rough Lemon (F) lebih panjang yaitu 4.04 cm dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Tetapi nilai ini tidak berbeda nyata dengan nilai yang ditunjukkan oleh batang bagian tengah varietas Japanese Citron dan Rough Lemon serta batang bagian pangkal varietas Japanese Citron.

Akar paling pendek dihasilkan oleh batang bagian pangkal varietas AA23 (L). Hasil ini juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan batang bagian pucuk

varietas Japanese Citron, Rough Lemon, Volamkeriana dan AA23 serta batang bagian tengah dan pangkal varietas Rough Lemon dan Volkameriana.



Gambar 5. Tunas Pada Umur 8 mss (minggu setelah subkultur) Dalam Fase Perakaran
(C) Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron, (F) Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon, (I) Batang bagian pangkal varietas Volkameriana, (L) Batang bagian pangkal varietas AA23

Dari gambar di atas dapat diketahui perbedaan panjang akar yang dihasilkan oleh beberapa perlakuan dimana perlakuan batang bagian pangkal varietas Rough Lemon menghasilkan akar yang lebih panjang dibandingkan perlakuan batang bagian pangkal varietas AA23.

4.1.2.4 Persentase Eksplan Berakar

Dari data analisis diketahui bahwa terdapat pengaruh antara perlakuan terhadap persentase eksplan berakar (Lampiran 2). Persentase eksplan berakar pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 7.

Dari Tabel 7. diketahui batang bagian pangkal varietas Japanese Citron (C) menunjukkan persentase jumlah eksplan berakar yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu 93.33%. Tetapi perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan batang bagian pucuk dan tengah pada tiga varietas yang diuji yaitu Japanese Citron, Rough Lemon dan Volkameriana serta batang bagian pangkal varietas Rough Lemon. Persentase paling rendah dicapai oleh batang bagian tengah varietas AA23 (K). Meskipun demikian perlakuan ini juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan batang bagian pangkal varietas AA23 (L).

Tabel 7. Persentase Eksplan Berakar

Perlakuan	Persentase eksplan berakar	
	%	$\sqrt{x+0.5}$
A (Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron)	80.00 bc	8.93
B (Batang bagian tengah varietas Japanese Citron)	66.67 bc	8.18
C (Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron)	93.33 c	9.67
D (Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon)	73.33 bc	8.57
E (Batang bagian tengah varietas Rough Lemon)	80.00 bc	8.93
F (Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon)	80.00 bc	8.93
G (Batang bagian pucuk varietas Volkameriana)	86.67 bc	9.28
H (Batang bagian tengah varietas Volkameriana)	60.00 bc	7.70
I (Batang bagian pangkal varietas Volkameriana)	46.67 b	6.62
J (Batang bagian pucuk varietas AA23)	46.67 b	6.62
K (Batang bagian tengah varietas AA23)	0.00 a	0.71
L (Batang bagian pangkal varietas AA23)	20.00 a	3.87

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan 5% $\sqrt{x+0.5}$ = transformasi arcsin

4.2 Pembahasan

Pertumbuhan eksplan pada kultur batang ditandai dengan tumbuhnya tunas dan akar pada eksplan tersebut. Pada awal pertumbuhan eksplan dirangsang untuk membentuk tunas (proliferasi) terlebih dahulu kemudian pada pertumbuhan selanjutnya eksplan dirangsang untuk membentuk akar (perakaran). Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan antara posisi asal eksplan dengan varietas jeruk berpengaruh terhadap pertumbuhan eksplan tanaman jeruk. Secara umum perlakuan yang diuji berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diamati yaitu umur muncul tunas, jumlah tunas, jumlah daun, umur muncul akar pertama, jumlah akar, panjang akar dan persentase eksplan berakar.

4.2.1 Fase proliferasi

Pertumbuhan tunas dan akar erat hubungannya dengan kandungan karbohidrat didalam tanaman. Masing-masing bagian tanaman memiliki kandungan karbohidrat yang berbeda-beda begitu pula dengan bagian-bagian batang. Hartman dan Kester (1975) menyebutkan bahwa kandungan karbohidrat pada batang menurun dari bagian bawah batang (basal) ke bagian pucuk (apikal).

Hal ini senada dengan hasil analisis dimana kombinasi perlakuan antara posisi asal eksplan pada tanaman induk dengan varietas jeruk berpengaruh nyata terhadap umur muncul tunas pertama (Tabel 1) dan jumlah tunas yang dihasilkan (Tabel 2). Hasil analisis menunjukkan bahwa batang bagian tengah varietas AA23 mampu menumbuhkan tunas yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini diduga pada batang bagian tengah terdapat imbalan yang optimal antara umur atau kondisi jaringan dengan kandungan karbohidratnya. Sel-sel yang menyusun jaringan pada batang bagian tengah masih bersifat meristematis dan memiliki kandungan karbohidrat yang cukup untuk menumbuhkan tunas pertama yang lebih cepat di bandingkan bagian pucuk dan bagian pangkal. George dan Sherington (1984) menjelaskan bahwa eksplan yang memiliki jaringan yang muda masih mengalami pembelahan sel sehingga memiliki kemampuan untuk membentuk organ tanaman baru termasuk tunas.

Namun jika diamati pada masing-masing varietas, batang bagian tengah tidak berbeda nyata dengan batang bagian pangkal. Hasil ini terjadi pada varietas Japanese Citron dan Rough Lemon. Sedangkan pada varietas Volkameriana semua bagian batang menunjukkan umur muncul tunas yang tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena kondisi jaringan tanaman dipengaruhi oleh genetik tanaman itu sendiri sehingga masing-masing varietas memberikan respon yang berbeda-beda.

Kandungan karbohidrat di dalam jaringan tanaman juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tunas selanjutnya yang diwakili oleh parameter jumlah tunas. Pada akhir pengamatan yaitu 8 msi, eksplan dari batang bagian pangkal varietas Rough Lemon (F) menghasilkan tunas yang lebih banyak dibandingkan perlakuan yang lain meskipun tidak berbeda nyata dengan batang bagian pangkal varietas Rough Lemon dan batang bagian tengah dan pangkal varietas Volkameriana (Tabel 2). Keadaan ini dipengaruhi oleh ketersediaan cadangan makanan (karbohidrat) yang lebih tinggi di bagian pangkal dan tengah pada kedua varietas ini. Tampubolon (1987) menjelaskan bahwa kandungan bahan makanan terutama karbohidrat dan nitrogen sangat mempengaruhi pertumbuhan tunas dan akar stek. Kandungan karbohidrat yang tinggi dan nitrogen yang cukup akan

lebih mudah membentuk akar dan tunas. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Rakhmawati (2006) yang menyebutkan bahwa daun ujung tidak memberikan pertumbuhan yang lebih baik dari daun tengah dan pangkal. Hal ini mungkin sekali terjadi mengingat di bagian pangkal terjadi akumulasi karbohidrat yang merupakan hasil fotosintesis. Sedangkan pada varietas Japanese Citron dan AA23 menunjukkan jumlah tunas yang tidak berbeda nyata pada batang bagian pucuk, tengah dan pangkal (Tabel 2). Hal ini diduga cadangan makanan (karbohidrat) pada varietas Japanese Citron dan AA23 terdistribusi secara merata ke seluruh bagian batang sehingga setiap bagian mempunyai kemampuan menghasilkan tunas yang sama.

Pertumbuhan selanjutnya yang terjadi pada eksplan setelah eksplan menghasilkan tunas adalah menumbuhkan daun. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada akhir pengamatan, perlakuan batang bagian tengah varietas Rough Lemon (E) mampu menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan perlakuan yang lain meskipun tidak berbeda nyata dengan batang bagian pangkal varietas Rough Lemon dan Volkameriana (Tabel 3). Ashari (1995) menyatakan bahwa sel-sel somatis yang telah dewasa mempunyai kemampuan untuk membentuk tunas dan daun baru. Rochiman dan Harjadi (1973) mengemukakan bahwa kandungan cadangan makanan merupakan salah satu faktor dalam tanaman yang menentukan baik pertumbuhan akar maupun tunas pada stek. Kondisi morfologi batang pada masing-masing varietas juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah daun. Varietas tanaman jeruk yang mempunyai batang dengan ruas pendek-pendek sehingga mempunyai buku yang lebih banyak dimungkinkan akan menghasilkan daun yang lebih banyak pula karena di bagian inilah tumbuh daun. Perbedaan morfologi ini dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman. Sebagai contoh, batang bagian pangkal pada keempat varietas yang diuji menunjukkan hasil yang berbeda dimana varietas Rough Lemon dan Volkameriana menghasilkan daun yang lebih banyak daripada Japanese Citron dan AA23. Jika diamati morfologi keempat varietas tersebut, batang varietas Rough Lemon dan Volkameriana mempunyai ruas yang lebih pendek daripada Japanese Citron dan AA23.

Daun merupakan tempat berlangsungnya fotosintesis sehingga jumlah daun yang banyak juga akan berpengaruh positif terhadap hasil fotosintesis. Pertumbuhan organ tanaman termasuk daun menunjukkan hasil yang berbeda-beda tergantung pada pengaruh genetik maupun lingkungan. Namun pada perbanyakannya secara *in vitro* kondisi lingkungan dibuat seragam sehingga kemungkinan perbedaan pertumbuhan daun lebih banyak dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman. Varietas Rough Lemon dengan batang bagian pangkal merupakan varietas penghasil daun terbanyak hampir diseluruh umur pengamatan. Hal ini disebabkan karena disamping faktor genetik, faktor cadangan makanan atau karbohidrat juga mempengaruhi tumbuhnya daun. Hartman dan Kester (1975) menyebutkan bahwa karbohidrat terakumulasi pada dasar tunas.

4.2.2 Fase Perakaran

Kombinasi perlakuan antara posisi asal eksplan dengan varietas tanaman jeruk pada perbanyakannya kultur batang jeruk menghasilkan pengaruh yang nyata terhadap umur muncul akar. Akar pertama yang muncul tercepat terjadi pada perlakuan batang bagian tengah varietas Japanese Citron (B) namun tidak berbeda nyata dengan hampir semua perlakuan yang diuji (Tabel 4). Pertumbuhan akar pada eksplan tidak terlepas dari substansi perangsang perakaran. Seperti yang dikatakan oleh Hartman *et al* (2002) bahwa substansi atau zat perangsang perakaran diproduksi di daun kemudian bergerak turun ke batang bagian pangkal dimana tempat tersebut tumbuh akar. Namun bagian pangkal batang tidak selalu menunjukkan hasil yang terbaik pada parameter umur muncul akar ini. Berdasarkan hasil analisis (Tabel 4) diketahui bahwa batang bagian pangkal varietas Japanese Citron justru merupakan perlakuan yang membutuhkan waktu terlama dalam parameter umur muncul akar. Hal ini mungkin disebabkan karena perlakuan batang bagian pangkal varietas Japanese Citron menghasilkan jumlah daun terendah pada akhir pengamatan sehingga jumlah auksin yang dihasilkan juga lebih rendah dibandingkan batang bagian tengah varietas yang sama dimana perlakuan ini menghasilkan daun dengan jumlah yang lebih banyak dibanding bagian pangkal. Adanya daun pada batang dalam kultur batang tentu berdampak positif dalam menstimulasi munculnya akar (Hartman *et al*, 2002). Daun

merupakan tempat berlangsungnya fotosintesis serta tempat memproduksi auksin sehingga jumlah daun yang banyak juga akan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan akar. Tabel 4 menunjukkan bahwa pada posisi asal eksplan yang berbeda dan varietas yang sama seperti pada varietas Rough Lemon dan Volkameriana menunjukkan umur muncul akar yang tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pada beberapa varietas tanaman jeruk faktor genetik dan kondisi jaringan tanaman tidak banyak berpengaruh terhadap umur muncul akar pertama.

Pengaruh kandungan karbohidrat serta nitrogen juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tumbuhnya akar. Kondisi yang mampu merangsang tumbuhnya akar adalah kandungan karbohidrat yang tinggi dengan kadar nitrogen yang rendah (Hartman dan Kester, 1975). Kondisi ini banyak ditemukan pada batang bagian pangkal. Hal ini dikarenakan kandungan nitrogen meningkat dari bagian pangkal ke bagian pucuk batang sedangkan kandungan karbohidrat meningkat dari pucuk ke bagian pangkal batang.

Pada parameter jumlah akar dan panjang akar diperoleh hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan batang bagian pangkal varietas AA23 (L) menghasilkan jumlah akar terendah dan tidak berbeda nyata dengan batang bagian pucuk varietas yang sama serta semua bagian batang varietas Volkameriana. Namun hasil ini berbeda nyata dengan semua bagian batang varietas Japanese Citron dan Rough Lemon. Pembentukan akar tentu saja tidak terlepas dari pengaruh daun dimana di daun terjadi proses fotosintesis yang akan menghasilkan karbohidrat. Laju proses fotosintesis ini berbeda-beda tergantung pada beberapa hal salah satunya adalah faktor genetik tanaman (Salisbury dan Ross, 1995). Selain itu kandungan zat perangsang perakaran pada masing-masing varietas juga berperan dalam jumlah akar yang dihasilkan. Masing-masing varietas mengandung zat perangsang perakaran yang berbeda-beda. Zat yang berperan merangsang perakaran disebut auksin (Meyer dan Anderson, 1952). Secara alami tanaman mengandung senyawa yang menunjukkan aktivasi auksin yang berfungsi mendorong pembentukan akar adventif yaitu asam indol-3 asetat (IAA) (Ashari, 1995).

Hasil penelitian pada parameter panjang akar menunjukkan bahwa varietas Rough Lemon dengan posisi asal eksplan bagian pangkal menghasilkan akar terpanjang dan tidak berbeda nyata dengan batang bagian tengah varietas Rough Lemon, batang bagian tengah dan pangkal varietas Japanese Citron (Tabel 6). Seperti yang dijelaskan di atas bahwa secara alami tanaman mempunyai kemampuan untuk menghasilkan auksin. Dan kemampuan ini tentunya juga berbeda pada masing-masing tanaman tergantung pada varietas tanaman. Perbedaan kemampuan dalam menghasilkan auksin pada varietas tanaman yang berbeda kemungkinan disebabkan oleh sifat genetik yang dimiliki tiap-tiap varietas. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Zalesney *et al* (2003) yang menyebutkan bahwa terjadi interaksi antara kelompok genome dengan bagian batang yang digunakan sebagai bahan stek *Populus* terhadap panjang akar yang dihasilkan pada stek batang.

Auksin, selain berfungsi dalam merangsang pembentukan akar juga berperan dalam pemanjangan sel. Meyer dan Anderson (1952) menjelaskan bahwa untuk pemanjangan akar hanya dibutuhkan auksin dalam konsentrasi yang rendah.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antar perlakuan terhadap persentase eksplan berakar (Tabel 7). Varietas Japanese Citron dengan posisi asal eksplan bagian pangkal menghasilkan persentase jumlah eksplan berakar yang paling tinggi yaitu 93.33% dan tidak berbeda nyata dengan Volkameriana dengan posisi eksplan bagian pucuk. Data ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Samekto dkk (1995) dimana keberhasilan stek pada varietas Japanese Citron yang tertinggi yaitu bagian tengah dan pangkal masing-masing sebesar 92,35 dan 100%. Sedangkan persentase eksplan berakar terendah dihasilkan oleh varietas AA23 dengan posisi asal eksplan bagian tengah dan pangkal. Pertumbuhan akar pada kultur batang jeruk dapat muncul yang diawali dengan pembentukan kalus. Hal inilah yang terjadi pada varietas AA23 dimana hampir seluruh akar yang muncul diawali dengan pembentukan kalus. Sedangkan ketiga varietas yang lain hanya sedikit akar yang diawali dengan pembentukan kalus. Kondisi ini kemungkinan disebabkan karena adanya

pengaruh antara konsentrasi auksin dan sitokinin pada eksplan. Konsentrasi auksin yang lebih tinggi daripada sitokinin akan merangsang pembentukan akar. Begitu sebaliknya, konsentrasi sitokinin yang lebih tinggi daripada auksin akan merangsang pembentukan kalus. Namun Ashari (1995) menjelaskan bahwa pembentukan kalus tidak selalu berdampak baik terhadap pertumbuhan akar. Hal inilah yang terjadi pada perlakuan batang bagian tengah varietas AA23 dimana hampir seluruh eksplan tumbuh kalus namun hingga akhir penelitian tidak tumbuh akar.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pada fase perbanyak tunas (proliferasi) varietas Rough Lemon dan Volkameriana memberikan respon yang lebih baik dibanding varietas yang lain.
2. Pada fase perakaran varietas Japanese Citron, Rough Lemon dan Volkameriana memberikan respon pertumbuhan yang lebih baik dan tidak berbeda nyata pada parameter umur muncul akar, jumlah akar, panjang akar dan persentase eksplan berakar.
3. Posisi asal eksplan yang berbeda pada masing-masing varietas tidak memberikan pengaruh yang nyata pada parameter jumlah akar, panjang akar dan persentase eksplan berakar.

Saran

1. Penelitian dengan menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak akan memberikan data yang lebih tepat dibandingkan dengan jumlah sampel yang sedikit.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai tahap aklimatisasi dan penanaman pada kondisi di lapang untuk mengetahui kemampuan adaptasi dan pertumbuhan tanaman jeruk hasil perbanyak secara *in vitro* terhadap kondisi penanaman di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, C. R, M. P. Early. 2004. Principles Of Horticulture Fourth Edition. Elsevier Publication. British. p:67-72
- Anonymous. 1982. The Philiphines Recommends For Citrus. PCARRD Technical Bulletin Series No.42: 6-8
- Anonymous. 2004. Jeruk. www.citrusindo.org
- Ashari, S. 1995. Hortikultura Aspek Budidaya. UI Press. Jakarta. p: 310-315
- Chang, W. N dan J. B Peterson. 2003. Citrus Production: A Manual For Asian Farmers. Food and Fertilizer Technology Center.
- Garner, RJ dan S. A Chaudhri. 1976. The Propagation Of Tropical Fruit Trees. Food and Agriculture Organization Of The United Nations. England. p:82
- George, E. F dan P. D. Sherington. 1984. Plant Propagation By Tissue Culture. Exegetics Limited.
- Hartman, H. T dan D. E. Kester. 1975. Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. p:211-256, 509-551
- Hartman, H. T, D. E. Kester, F. T. Davies Jr dan R. L Geneve. 2002. Plant Propagation Seventh Edition. Prentice Hall. New Jersey. p: 278-290
- Janick, J. 1986. Horticulture Science 4th Edition Vol. 7. WH Freeman and Company. USA. p: 159-170
- Meyer, B. S dan D. B Anderson. 1952. Plant Physiology. D. Van Nostrand Company. Inc and Maruzen Company. Limited. New Jersey, Tokyo. p: 581-607
- Pracaya. 2002. Jeruk Manis: Varietas, Budidaya dan Pasca Panen. Penebar Swadaya. Jakarta. 158p
- Rakhmawati, I. 2006. Penggunaan Growtome Dan pemilihan Letak Daun Sebagai Upaya Percepatan Pertumbuhan Stek Daun *Zamioculcas zamiifolia*. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang

- Reuther, W. 1973. The Citrus Industry III. University Of California Division Of Agriculture Science. USA. p:1-45
- Salisbury, F. B dan C. W Ross.1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 2. ITB. Bandung. p: 19-21, 67-71
- Samekto, H, A. Supriyanto dan D. Kristianto. 1995. Pengaruh Umur dan Bagian Semaian terhadap Pertumbuhan Stek Satu Ruas Batang Bawah Jeruk Japansche Citroen. Balai Penelitian Tanaman Jeruk Dan Buah Subtropika. Batu
- Supriati, Y dan WH. Adil. 2005. Induksi Akar Batang Bawah Mawar dan Aklimatisasinya. Jurnal Hortikultura 15(2): 83-90
- Sutanto, A dan N. F Devy. 1995. Pengaruh Komposisi medium Terhadap Keberhasilan Perbanyakan Beberapa Varietas Batang Bawah Jeruk Secara *In vitro*. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Tanaman Subtropika. Batu
- Tampubolon, M. 1986. Tanaman Hias. Jurusan Budidaya Pertanian FP Unibraw. Malang. Hal. 66-76.
- Triatminingsih, R, Karsinah, H. Subakti dan I. Fitriyaningsih. 2003. Kultur *in vitro* Biji Duku. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Jakarta. Jurnal Hortikultura 13(2): 77-81
- Wardiyati, T. 1998. Kultur Jaringan. Universitas Brawijaya. Malang
- Winarto, B, M. A Aziz, A.A Rashid dan M. R Ismail. 2005. Perbanyakan Anyelir Secara *In vitro* Melalui induksi Pembentukan Tunas Adventif. Jurnal Hortikultura 5(1):1-11
- Zalesney, R. S, R. B. Hall, E. O Bauer dan B. E. Riemenschneider. 2003. Shoot Position Affects Root Initiation And Growth Of Dormant Unrooted Cuttings Of *Populus*. Department of Natural Resources Ecology and Managemet Iowa State University. USA

Lampiran 1

Tabel 1. Sidik Ragam Umur Muncul Tunas Pertama

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	11	25.28	2.30	2.94*	2.22
Galat	24	18.75	0.78		
Total	35	44.03			

KK 13.09%

Tabel 2. Sidik Ragam Jumlah Tunas 1 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	3.77	0.34	1.73	2.22
Galat	24	4.75	0.20		
Total	35	8.52			

KK 44.23%

Tabel 3. Sidik Ragam Jumlah Tunas 2 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	3.11	0.28	2.59*	2.22
Galat	24	2.61	0.11		
Total	35	5.72			

KK 20.55%

Tabel 4. Sidik Ragam Jumlah Tunas 3 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	2.97	0.27	1.34	2.22
Galat	24	4.83	0.20		
Total	35	7.80			

KK 22.80%

Tabel 5. Sidik Ragam Jumlah Tunas 4 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	5.45	0.50	1.38	2.22
Galat	24	8.61	0.36		
total	35	14.06			

KK 29.62%

Tabel 6. Sidik Ragam Jumlah Tunas 5 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	6.79	0.62	1.44	2.22
galat	24	10.29	0.43		
total	35	17.08			

KK 28.47%

* : nyata

tn : tidak nyata

msi : minggu setelah inokulasi

Tabel 7. Sidik Ragam Jumlah Tunas 6 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	7.58	0.69	1.30	2.22
galat	24	12.77	0.53		
total	35	20.36			

KK 29.31%

Tabel 8. Sidik Ragam Jumlah Tunas 7 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	16.97	1.54	1.97	2.22
galat	24	18.77	0.78		
total	35	35.75			

KK 32.29%

Tabel 9. Sidik Ragam Jumlah Tunas 8 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	33.29	3.03	3.40*	2.22
Galat	24	21.40	0.89		
Total	35	54.69			

KK 29.04%

Tabel 10. Sidik Ragam Jumlah Daun 2 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	2.71	0.25	27.67*	2.22
galat	24	0.21	0.01		
total	35	2.92			

KK 23.90%

Tabel 11. Sidik Ragam Jumlah Daun 3 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	9.72	0.88	36.14*	2.22
galat	24	0.59	0.02		
total	35	10.31			

KK 23.65%

Tabel 12. Sidik Ragam Jumlah Daun 4 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	29.85	2.71	29.42*	2.22
galat	24	2.21	0.09		
total	35	32.06			

KK 22.04%

* : nyata

tn : tidak nyata

msi : minggu setelah inokulasi

Tabel 13. Sidik Ragam Jumlah Daun 5 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	73.67	6.70	23.64*	2.22
galat	24	6.80	0.28		
total	35	80.47			

KK 20.17%

Tabel 14. Sidik Ragam Jumlah Daun 6 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	107.50	9.77	17.28*	2.22
galat	24	13.57	0.57		
total	35	121.08			

KK 22.87%

Tabel 15. Sidik Ragam Jumlah Daun 7 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	225.41	20.49	17.91*	2.22
galat	24	27.47	1.14		
total	35	252.88			

KK 24.25%

Tabel 16. Sidik Ragam Jumlah Daun 8 msi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	366.44	33.31	21.52*	2.22
galat	24	37.15	1.55		
total	35	403.59			

KK 23.21%

* : nyata

tn : tidak nyata

msi : minggu setelah inokulasi

Lampiran 2

Tabel 17. Sidik Ragam Umur Muncul Akar Pertama

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	37.38	3.40	3.34*	2.22
galat	24	24.41	1.02		
total	35	61.79			

KK 31.01%

Tabel 18. Sidik Ragam Jumlah Akar

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	3.35	0.30	6.51*	2.22
galat	24	1.12	0.05		
total	35	4.47			

KK 17.04%

Tabel 19. Sidik Ragam Panjang Akar

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	4.60	0.42	3.78*	2.22
galat	24	2.66	0.11		
total	35	7.26			

KK 25.05%

Tabel 20. Sidik Ragam Persentase Explan Berakar

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	11	228.55	20.78	9.30*	2.22
galat	24	53.61	2.23		
total	35	282.16			

KK 20.38%

* : nyata

tn : tidak nyata

Nilai Uji Duncan 5%

Umur muncul tunas

Duncan 5%	1.49	1.57	1.61	1.64	1.67	1.69	1.70	1.72	1.72	1.74
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah tunas 2 msi

Duncan 5%	0.56	0.58	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64	0.65
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah tunas 8 msi

Duncan 5%	1.59	1.67	1.72	1.76	1.79	1.80	1.82	1.84	1.84	1.86
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah daun 2 msi

Duncan 5%	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah daun 3 msi

Duncan 5%	0.26	0.28	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah daun 4 msi

Duncan 5%	0.51	0.54	0.55	0.56	0.58	0.58	0.59	0.59	0.59	0.60
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah daun 5 msi

Duncan 5%	0.90	0.94	0.97	0.99	1.01	1.02	1.03	1.04	1.04	1.05
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah daun 6 msi

Duncan 5%	1.27	1.33	1.37	1.40	1.42	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah daun 7 msi

Duncan 5%	1.80	1.90	1.95	1.99	2.03	2.04	2.06	2.08	2.09	2.11
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah daun 8 msi

Duncan 5%	2.10	2.21	2.26	2.31	2.36	2.38	2.40	2.42	2.43	2.45
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Umur muncul akar

Duncan 5%	1.70	1.79	1.83	1.87	1.91	1.93	1.94	1.96	1.97	1.99
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Jumlah akar

Duncan 5%	0.36	0.38	0.39	0.40	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.43
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

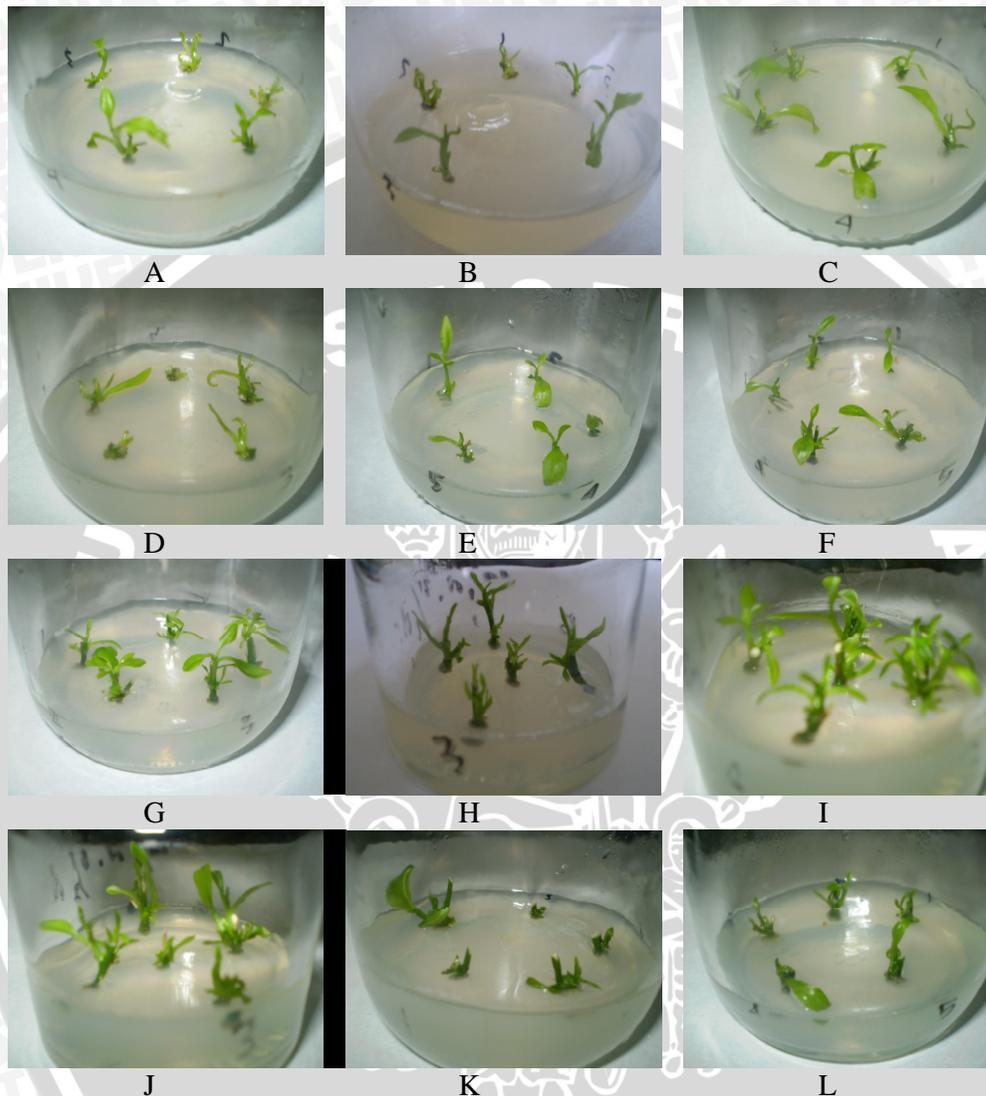
Panjang akar

Duncan 5%	0.56	0.59	0.61	0.62	0.63	0.64	0.64	0.65	0.65	0.66
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Persentase explan berakar

Duncan 5%	2.52	2.65	2.72	2.78	2.83	2.86	2.88	2.91	2.92	2.94
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

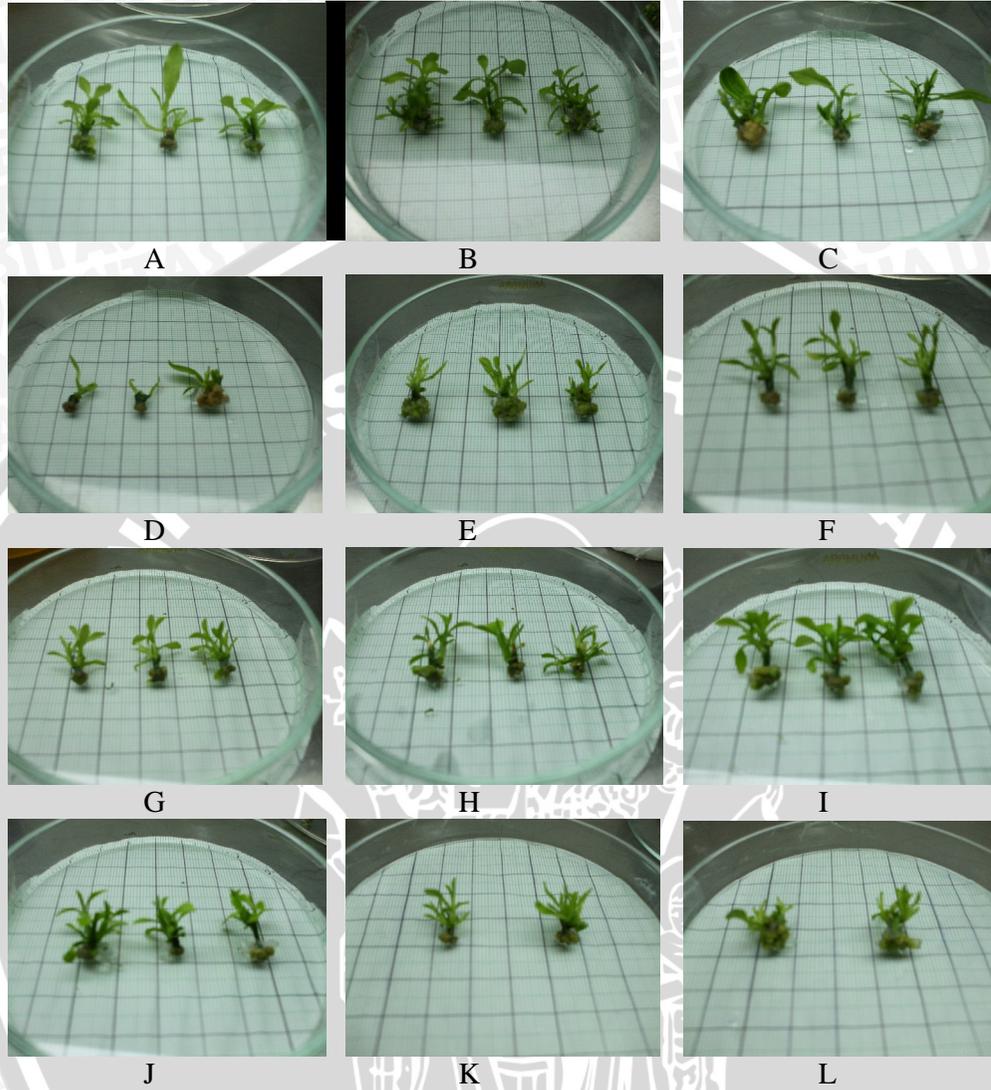
Lampiran 3



Gambar 1. Eksplan Pada Fase Proliferasi Umur 4 msi (minggu setelah inokulasi)

Keterangan:

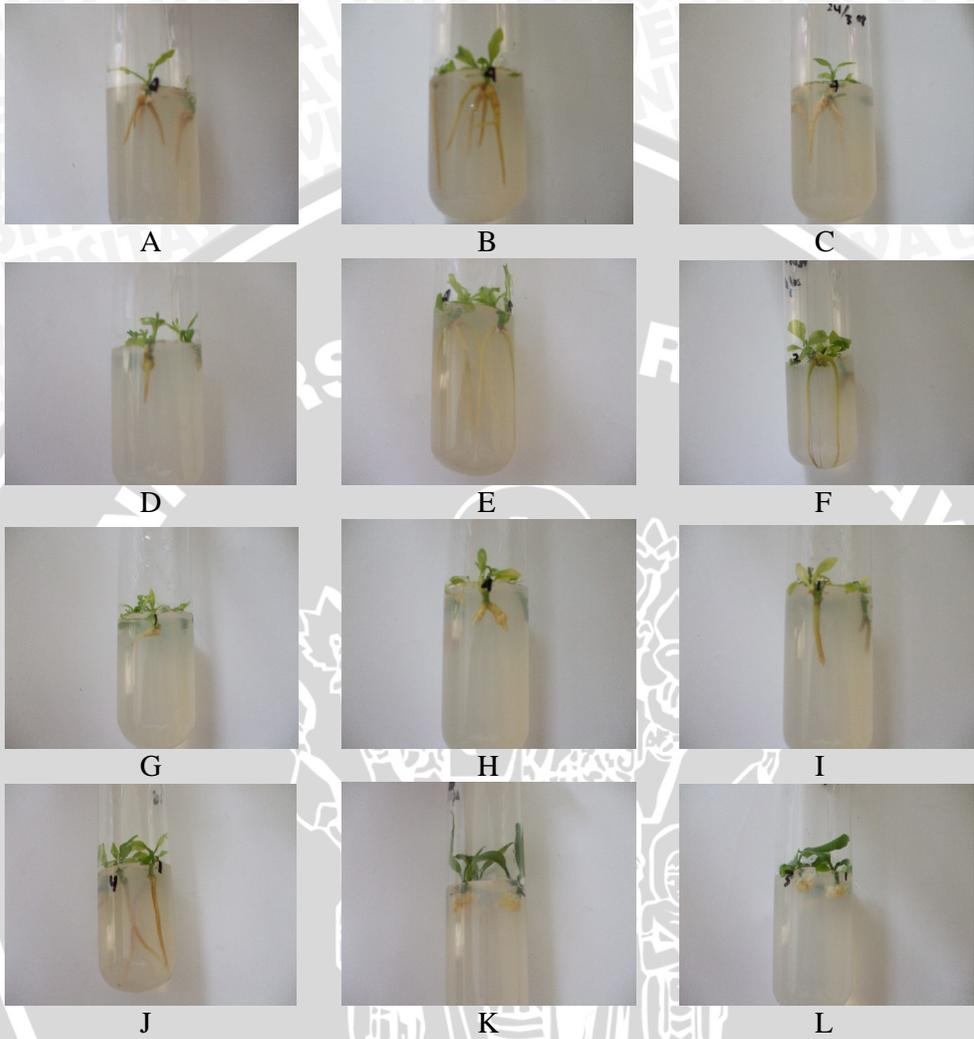
- A : Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron
- B : Batang bagian tengah varietas Japanese Citron
- C : Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron
- D : Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon
- E : Batang bagian tengah varietas Rough Lemon
- F : Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon
- G : Batang bagian pucuk varietas Volkameriana
- H : Batang bagian tengah varietas Volkameriana
- I : Batang bagian pangkal varietas Volkameriana
- J : Batang bagian pucuk varietas AA23
- K : Batang bagian tengah varietas AA23
- L : Batang bagian pangkal varietas AA23



Gambar 2. Eksplan Pada Fase Proliferasi Umur 8 msi (minggu setelah inokulasi)

Keterangan:

- A : Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron
- B : Batang bagian tengah varietas Japanese Citron
- C : Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron
- D : Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon
- E : Batang bagian tengah varietas Rough Lemon
- F : Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon
- G : Batang bagian pucuk varietas Volkameriana
- H : Batang bagian tengah varietas Volkameriana
- I : Batang bagian pangkal varietas Volkameriana
- J : Batang bagian pucuk varietas AA23
- K : Batang bagian tengah varietas AA23
- L : Batang bagian pangkal varietas AA23



Gambar 3. Tunas Hasil Proliferasi Pada Fase Perakaran Umur 8 mss (minggu setelah subkultur)

- Keterangan:
- A : Batang bagian pucuk varietas Japanese Citron
 - B : Batang bagian tengah varietas Japanese Citron
 - C : Batang bagian pangkal varietas Japanese Citron
 - D : Batang bagian pucuk varietas Rough Lemon
 - E : Batang bagian tengah varietas Rough Lemon
 - F : Batang bagian pangkal varietas Rough Lemon
 - G : Batang bagian pucuk varietas Volkameriana
 - H : Batang bagian tengah varietas Volkameriana
 - I : Batang bagian pangkal varietas Volkameriana
 - J : Batang bagian pucuk varietas AA23
 - K : Batang bagian tengah varietas AA23
 - L : Batang bagian pangkal varietas AA23