

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan Tunas

Pertumbuhan tunas stek murbei disajikan pada tabel 3. Stek murbei yang ditanam pada media tanah tidak tumbuh tunas sampai terakhir pengamatan. Perlakuan EC nutrisi 6 mS/cm menumbuhkan tunas paling awal yakni pada 3,67 HST perlakuan 2 mS/cm, 4 mS/cm, dan 6 mS/cm berturut turut menumbuhkan tunas pada 4,6 HST, 6 HST, dan 6,2 HST. Sementara stek yang ditanam pada media tanah tidak menunjukkan pertumbuhan tunas hingga hari terakhir pengamatan.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Pengaruh Nilai EC terhadap Pertumbuhan Tunas Stek Murbei.

Perlakuan stek	Persen stek Hidup (cm)	Persen Stek bertunas (%)	Panjang Tunas (cm)	Jumlah Tunas (buah)	Saat Tumbuh Tunas (HST)
Murbei pada media tanah	20	0	0	0	0
Murbei pada larutan nutrisi 2 mS/cm	20	70	5	2	4,5
Murbei pada larutan nutrisi 4 mS/cm	0	60	0	0	6
Murbei pada larutan nutrisi 6 mS/cm	0	70	0	0	6,2
Murbei pada larutan nutrisi 8 mS/cm	20	80	2,25	1,5	3,67

Nilai EC nutrisi 8 mS/cm dapat mempercepat stek bertunas. Nilai EC tinggi tidak mendapatkan respon negatif pada pertumbuhan tunas. Nilai EC berkorelasi dengan jumlah garam nutrisi yang terlarut pada larutan nutrisi. Kapasitas garam nutrisi yang tinggi dapat diserap oleh tanaman dengan memunculkan tunas yang lebih cepat dibanding perlakuan EC yang lebih rendah.

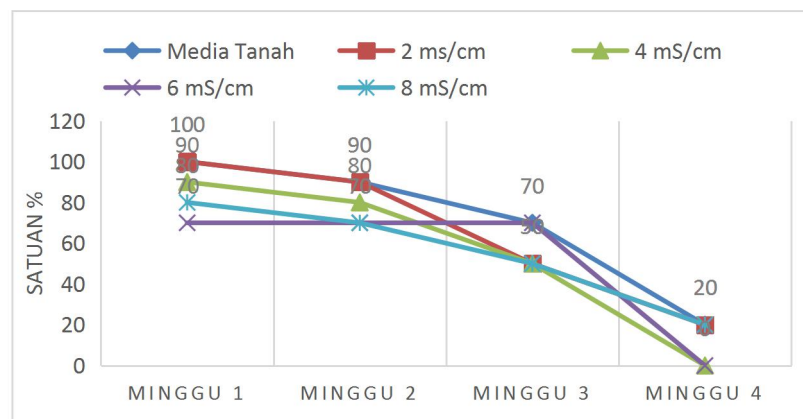
Saat tumbuh tunas merupakan waktu yang dibutuhkan oleh stek dalam menumbuhkan tunas. Parameter ini digunakan untuk mengukur efektivitas perlakuan dalam mendukung pertumbuhan tunas. Faktor kecepatan bertunas dipengaruhi oleh peran hormon, khususnya sitokinin yang meningkatkan pembelahan sel stek. Sel hanya bekerja ketika lingkungan mendukung stek untuk hidup (Hartman dan Kester, 2002).

Nilai EC yang tinggi tidak menunjukkan penolakan pada stek. Nilai EC 8 mS/cm dapat diterima oleh stek dan digunakan untuk menumbuhkan tunas lebih cepat dibanding perlakuan EC lain. Kit *Aero-hydroponic Cutting* bekerja dengan menyemprotkan larutan nutrisi dalam bentuk kabut pada area perakaran. Larutan nutrisi yang memiliki ukuran kecil lebih mudah diserap oleh stek. Penyemprotan nutrisi dalam bentuk kabut juga dapat menurunkan kelembaban iklim mikro stek. Stek merespon kelembaban dengan membuka stomata yang kemudian membantu nutrisi untuk diserap oleh tanaman.

B. Persentase Stek Hidup

Parameter jumlah stek hidup berfungsi melihat respon stek terhadap lingkungan dan juga sebaliknya yakni untuk melihat daya dukung lingkungan untuk menumbuhkan stek (Dwiyana, 2009). Stek merupakan bagian tanaman (akar, batang, dan daun) yang belum memiliki organ fungsional yang lengkap. Saat lingkungan tumbuh sesuai maka bagian dari stek tersebut dapat tumbuh menjadi organisme baru.

Berdasarkan tabel 3 persentase stek hidup pada pengamatan terakhir stek yang ada pada teknologi *aero-hydroponic cutting* sama dengan yang ditanam pada media tanah yaitu 20 % pada perlakuan EC nutrisi 2 mS/cm dan 8 mS/cm. Berdasarkan Gambar 3 persentase stek terus mengalami penurunan setiap minggunya. Stek dengan perlakuan EC 2 mS/cm memiliki persentase hidup sebesar 100 % pada pengamatan minggu 1.



Gambar 3. Pengaruh Nilai EC terhadap Persentase Stek Hidup Tanaman Murbei.

Kematian stek yang ditanam pada kit *aero-hydroponic cutting* diduga akibat rusaknya jaringan yang berkontak dengan nutrisi. Kerusakan jaringan yang berkontak langsung dengan kabut nutrisi diduga akibat dari tingginya EC nutrisi yang meningkatkan potensial air pada nutrisi sehingga sel melakukan penyerapan nutrisi berlebih yang menyebabkan pecahnya selaput sel stek. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya cairan sel yang keluar pada bekas pemotongan dan pangkal daun (daerah absisi).

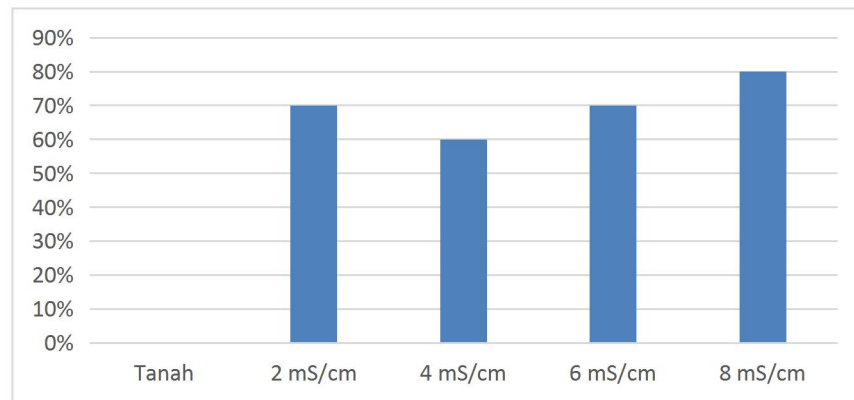
Koloid pada tanaman yang keluar dari stek diduga merupakan cairan sitoplasma. Keluarnya koloid pada stek terjadi mulai pengamatan minggu pertama pada stek yang ditanam pada kit *aero-hydroponic cutting* dengan nilai EC nutrisi 2 mS/cm hal tersebut diduga nilai EC yang terlalu tinggi menyebabkan sel mengalami plasmolisis akibat konsentrasi pada larutan nutrisi yang lebih tinggi dibanding cairan sel. Selain itu frekuensi penyiraman yang terlalu tinggi menjadi hipotesis keluarnya larutan sel. Suhu yang terlalu rendah akibat tingginya kelembaban di dalam area perakaran menyebabkan stomata pada area perakaran terbuka, molekul nutrisi yang disemprotkan oleh instalasi *aero-hydroponic cutting* berukuran sangat kecil sehingga lebih mudah diserap oleh stek. Larutan nutrisi memiliki potensial yang tinggi sehingga sel menyerap air dalam jumlah yang banyak. Jenuhnya larutan nutrisi di dalam stek mendesak sel epidermis yang lebih tipis yakni bagian bekas luka atau bekas pangkal daun. Larutan sitoplasma yang mengandung berbagai nutrisi dan polisakarida kemudian menjadi medium yang ideal untuk pertumbuhan bakteri.

Stek yang ditanam pada media tanah mengalami kematian, diduga disebabkan karena busuk akar oleh mikroorganisme. Kondisi lingkungan kontrol yang diberi sungkup menyebabkan naiknya kelembaban udara, udara yang memiliki kelembaban tinggi mendukung pertumbuhan bakteri pada stek. Sementara perlakuan pemberian gel penumbuh akar pada pangkal stek tidak mengurangi pembusukan. Gel yang diberikan pada kit *aero-hydroponic cutting* tetap akan terbilas saat penyemprotan larutan.

Perendaman stek dan penambahan larutan anti mikroba tidak dapat mencegah kontaminasi pada stek diduga karena lingkungan dan peralatan yang digunakan pada penelitian tidak steril. Hal tersebut menunjukkan untuk melakukan perbanyakan dengan metode *aero-hydroponic cutting* memerlukan lingkungan yang steril. Selain hal tersebut juga disebabkan karena kelembaban lingkungan yang terlalu tinggi sehingga meningkatkan pertumbuhan mikroba yang memicu pembusukan batang stek.

C. Persentase Stek Bertunas

Persentase stek bertunas merupakan banyaknya stek yang mampu menumbuhkan tunas pada tiap perlakuan. Pembentukan tunas pada batang disebut dengan tunas lateral atau secara fisiologis disebut dengan tunas adventif. Tunas terbentuk dari sel-sel batang yang telah terdiferensiasi dan kembali muda dan membentuk jaringan baru berupa tunas sebagai respon lingkungan (Long, 1932).



Gambar 4. Pengaruh Nilai EC terhadap Persen Stek Bertunas Tanaman Murbei

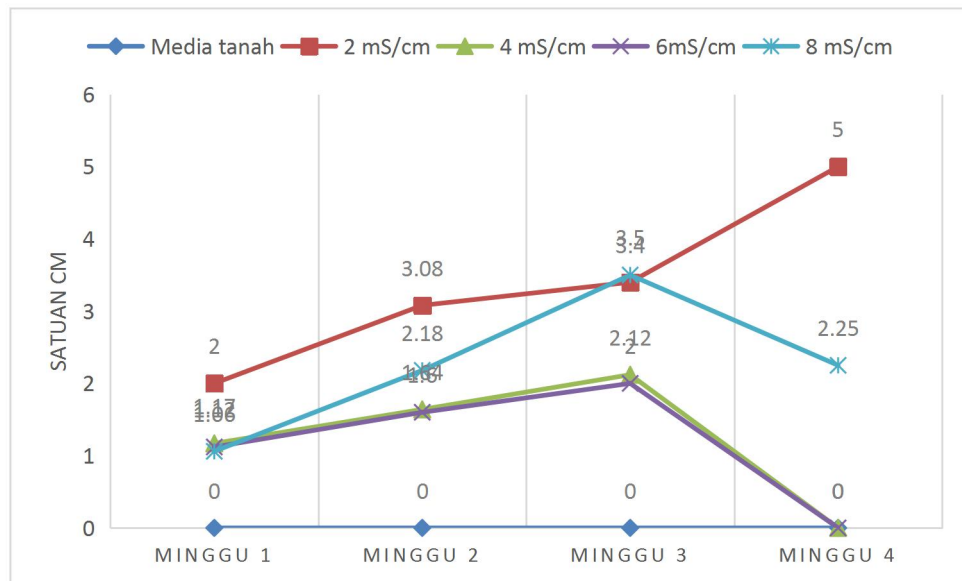
Berdasarkan gambar 4 seluruh perlakuan stek yang ditanam pada teknologi *aero-hydroponic cutting* dapat menumbuhkan tunas stek. Hal ini membuktikan stek

dapat menerima nutrisi pada larutan nutrisi yang diberikan dengan sistem pengkabutan. Menurut Trueman (2013) pada pertumbuhan stek eucalyptus (*Corimbia citriodora*) memerlukan nutrisi berupa N, P, K, Ca, B, S, Mg, Mn, Zn, Al, Fe, dan Na sebanyak 17% hingga 30% dari total massa stek untuk dapat menumbuhkan organ perakaran (*adventitious root*). Senyawa yang memiliki mobilitas tinggi seperti N, K, dan S akan terbuang dalam takaran yang sangat tinggi yaitu sekitar 27-46 % dari total N stek. Sementara senyawa yang memiliki mobilitas rendah seperti Ca dan Zn berkonsentrasi rendah di dalam stek dibanding pada stek lain.

Nutrisi masuk dalam stek melalui stomata dalam bentuk garam mineral. Pengaruh nilai EC pada ketersediaan nutrisi bagi stek adalah peningkatan potensial air. Makin tinggi nilai EC akan meningkatkan penyerapan nutrisi pada stek. *Aero-hydroponic cutting* menyalurkan nutrisi pada stek dalam bentuk kabut sehingga ukuran molekul air berukuran kecil. Diduga nutrisi yang diserap oleh stek dalam kit *aero-hydroponic* lebih tinggi dibanding pada kontrol menggunakan media tanam tanah. (Trueman, 2013)

D. Panjang Tunas

Pertumbuhan stek ditandai dengan kenaikan volume yang sifatnya *irreversibel* (tidak berbalik) salah satunya adanya perumbuhan tunas. Pengamatan terhadap panjang tunas dilakukan untuk melihat respon pertumbuhan terhadap perlakuan EC nutrisi. Pertumbuhan tunas merupakan respon pertumbuhan kearah datangnya rangsang (sinar matahari) sebagai upaya tumbuhan untuk memproduksi makanan.



Gambar 5. Pengaruh Nilai EC terhadap Panjang Tunas Stek Murbei.

Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan tunas pada gambar 5 memiliki tren terus meningkat sejak minggu pertama pengamatan kemudian mengalami penurunan sejak minggu ketiga akibat layu seperti yang ditunjukkan pada gambar 7. Hal ini diduga akibat stek tidak dapat menyerap unsur hara pada larutan nutrisi akibat rusaknya organ yang berkontak dengan larutan nutrisi. Nutrisi diserap melalui sel stomata pada permukaan batang yang mengalami kerusakan.



Minggu 1

Minggu ke-2

Minggu ke 3

Minggu ke 4

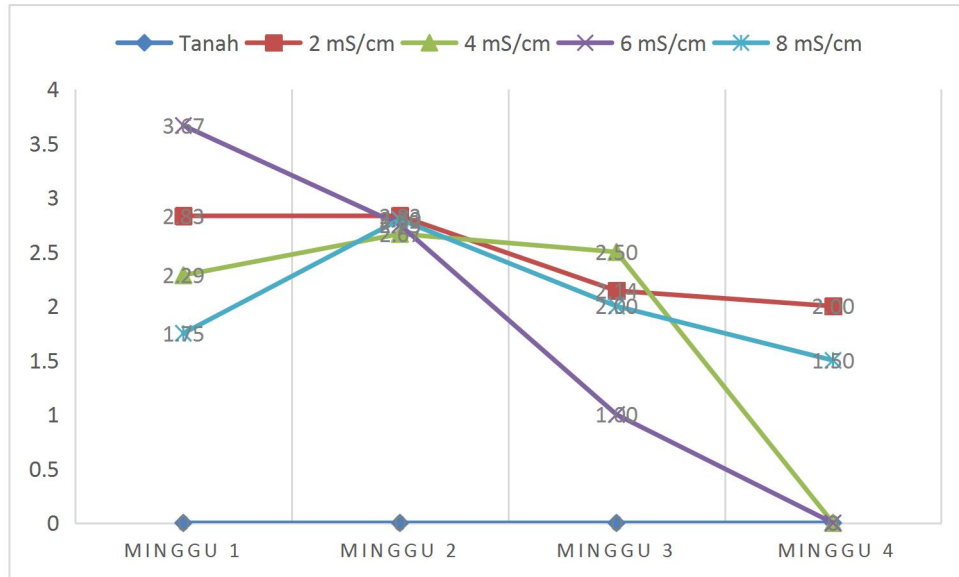
Gambar 6. Pertumbuhan Tunas Stek Murbei per Minggu Pada Perlakuan EC 2 mS/cm

E. Jumlah Tunas

Jumlah tunas merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui kemampuan lingkungan dalam mendukung tanaman untuk beradaptasi dengan lingkungan dengan menumbuhkan tunas sebagai upaya untuk memproduksi makanan sendiri dengan melakukan fotosintesis. Tunas adventif pada stek merupakan hasil dediferensiasi sel batang yang didorong oleh hormon. Hormon yang terkonsentrasi pada batang akibat pematangan dominasi apikal akibat pemotongan mendorong sel batang untuk berdediferensiasi membentuk tunas adventif.

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah tunas pada gambar tanaman pada kit *Aero-hydroponic cutting* dapat menumbuhkan tunas dalam jumlah yang tinggi per stek. Namun demikian terjadi penurunan jumlah tunas akibat kelayuan tanaman yang diduga disebabkan karena asupan nutrisi yang diberikan lewat pengkabutan tidak dapat diserap oleh tanaman akibat rusaknya organ yang berkontak dengan kabut

larutan nutrisi khususnya kulit batang yang banyak mengandung sel stomata sebagai organel tempat masuknya garam nutrisi.



Gambar 7. Pengaruh Nilai EC terhadap Jumlah Tunas Stek Murbei.

Penurunan jumlah tunas pada stek yang ditanam pada kit *aero-hydroponic cutting* diduga disebabkan karena kualitas tunas yang kurang baik akibat sel yang terbentuk merupakan sel muda. Larutan nutrisi yang banyak mengandung garam nutrisi untuk aktivitas pembelahan sel. Teknologi *Aero-hydroponic cutting* memiliki kemampuan mendukung induksi hormon sehingga stek dapat melakukan proses dediferensiasi dibanding pada stek yang ditanam pada kontrol.

F. Pertumbuhan Akar

Akar merupakan dasar keberhasilan stek, akar memastikan stek dapat tumbuh tegak. Rata rata tanaman berkayu memiliki tajuk yang tinggi sehingga akar yang memiliki volume yang tinggi sangat berperan agar tanaman dapat berdiri kokoh walaupun dihempas oleh angin. Akar dalam proses metabolisme berfungsi sebagai organ penyerapan air dan mineral dalam tanah. Selain itu akar menjadi tempat sintesa senyawa metabolis sekunder seperti thiamin dan terkadang niacin dan pyridoxine (Stangler, 2001).

Tabel 4. Hasil Pengamatan Pengaruh Nilai EC terhadap Pertumbuhan Akar pada Stek Murbei

Perlakuan stek	Persen Stek Berakar (%)	Panjang Akar (cm)	Jumlah kar (buah)	Saat Tumbuh Akar (HST)
Murbei pada media tanah	20	12,5	16	-
Murbei pada larutan nutrisi 2 mS/cm	60	10,5	27	11,2
Murbei pada larutan nutrisi 4 mS/cm	0	0	0	0
Murbei pada larutan nutrisi 6 mS/cm	0	0	0	0
Murbei pada larutan nutrisi 8 mS/cm	40	8.5	11	12,6

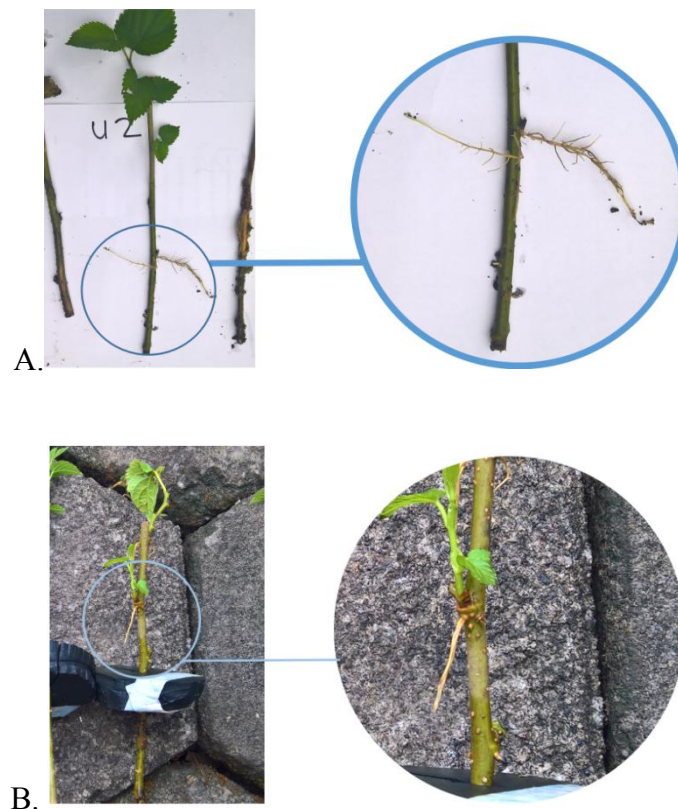
Berdasar tabel 4 parameter pertumbuhan akar tertinggi persentase berakar ditunjukkan pada perlakuan larutan nutrisi 2 mS/cm dengan persentase stek berakar sebesar 60 %. Sementara perlakuan 8mS/cm dan kontrol berturut memiliki nilai sebesar 40%, dan 20 %.

G. Persentase Stek Berakar

Pertumbuhan akar stek yang ditanam pada kit *aero-hydroponic cutting* dipengaruhi oleh EC larutan nutrisi. Gambar 8 menunjukkan akar tidak dapat tumbuh pada area yang berkontak dengan larutan nutrisi. Perakaran stek tumbuh pada areal busa penahan atau di atas busa penahan sementara pada stek yang ditanam pada media tanah pada gambar 7 memiliki pertumbuhan akar hingga pangkal bekas pemotongan. Fenomena tersebut diduga disebabkan terganggunya aktifitas regenerasi sel yang mengalami pelukaan akibat tingginya tekanan air yang mengenai stek, sehingga luka pada saat pemotong stek tidak mampu tertutup.



Gambar 8. Pertumbuhan Akar Stek Murbei pada Media Tanah



Gambar 9. Pertumbuhan Akar pada Kit *Aero-hydroponic cutting* (A. Pertumbuhan akar Pada kit *Aero-hydroponic cutting*; B.akar tumbuh di atas busa penahan.)

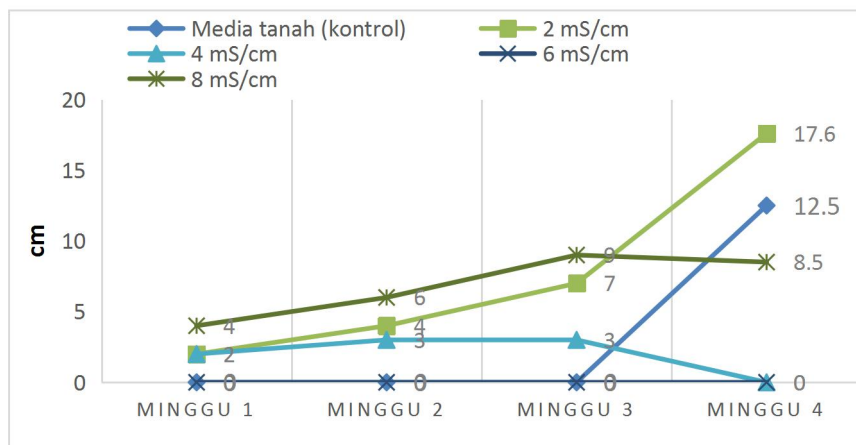
Pada gambar 8 tanaman yang ditanam pada kit *aero-hydroponic cutting* dapat menumbuhkan akar lateral. Menurut Laskowski *et al* (1995) Akar lateral tumbuh tegak lurus dari akar utama (radiks) untuk memperluas area pencarian unsur hara. Akar lateral berkontribusi dalam penyerapan air serta nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan akar lateral, pertumbuhan akar diatur oleh hormon tumbuhan seperti auxin dan pembelahan sel. *aero-hydroponic cutting* di duga dapat mendukung

aktivitas hormon stek, hal ini terbukti juga pada tumbuhnya tunas pada stek yang ditanam pada kit *aero-hydroponic cutting*.

H. Panjang Akar

Pengamatan panjang akar dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang dapat mendukung pertumbuhan akar pada stek. Nutrisi yang digunakan pada media aeroponik tidak menggunakan tambahan ZPT. Pertumbuhan akar menjadi salah satu upaya tumbuhan untuk mendapatkan nutrisi.

Pertumbuhan akar stek murbei terjadi sejak minggu pertama pengamatan dengan tren meningkat hingga minggu ketiga seperti yang ditunjukkan pada gambar 9, pada minggu ke 3 perakaran rontok akibat kematian stek.

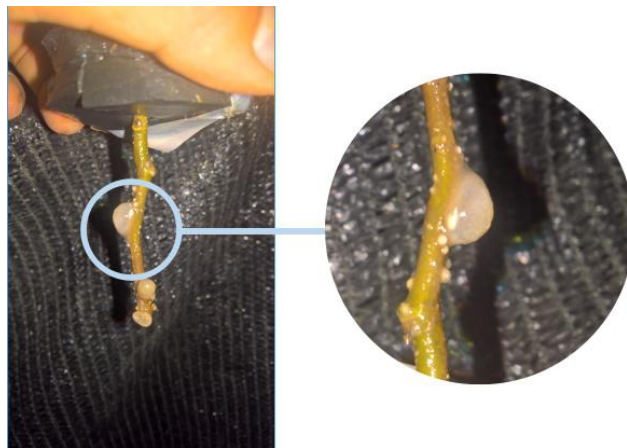


Gambar 10. Pengaruh Nilai EC terhadap Panjang Akar Stek Murbei

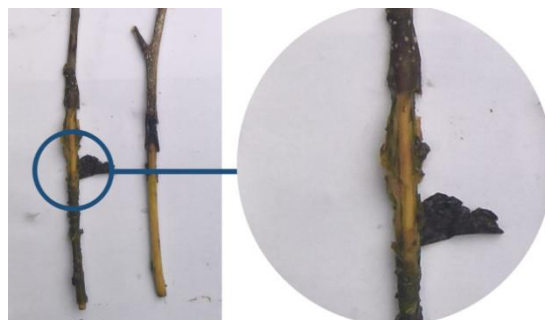
Pertumbuhan akar stek pada kit *aero-hydroponic cutting* yang terhambat diduga disebabkan karena rusak jaringan yang berkontak langsung dengan kabut larutan nutrisi. Saat pengamatan minggu kedua ditemukan koloid yang ditunjukkan

gambar 10 yang keluar dari bekas pelukan stek hal tersebut diduga cairan sel akibat terlalu tingginya konsentrasi larutan nutrisi yang masuk ke dalam tanaman.

Kerusakan jaringan pada stek menyebabkan stek membusuk akibat infeksi patogen, upaya preventif dengan perendaman larutan anti mikroba diduga tidak efektif untuk mencegah infeksi patogen terhadap jaringan stek. Selain hal tersebut upaya preventif lain yang dilakukan adalah pemberian jel stek yang mengandung ZPT dan anti mikroba yang juga tidak dapat menghilangkan infeksi mikroba.



Gambar 11. Keluarnya Koloid dari Bekas Luka pada Stek Murbei yang Ditanam pada kit *Aero-Hydroponic Cutting*.

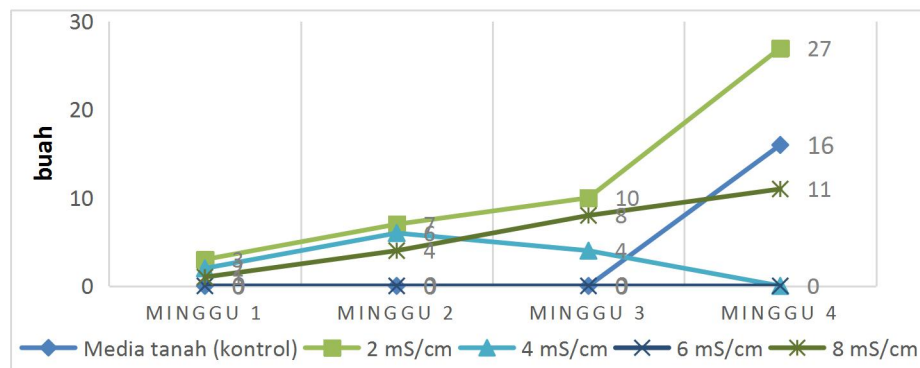


Gambar 12. Busuk Akar Stek Murbei pada Perlakuan *Aero-hydroponic Cutting*.

I. Jumlah akar primer dan sekunder

Jumlah akar pada stek mewakili massa akar, semakin banyak jumlah akar pada stek menjadi indikator bahwa stek dapat menerima lingkungan. Stek yang ditanam pada kit *aero-hydroponic cutting*, jumlah akar menunjukkan bahwa stek dapat menyerap nutrisi dengan baik.

Berdasarkan hasil pengamatan pengaruh EC terhadap panjang akar pada gambar 13 stek yang ditanam pada media *aero-hydroponic cutting* dapat menumbuhkan akar. Pada stek dengan perlakuan EC nutrisi 4 mS/cm dapat tumbuh hingga minggu ke 2. Jumlah akar mengalami penurunan akibat kerusakan jaringan pada zona perakaran seperti pada gambar13.



Gambar 13. Pengaruh Nilai EC terhadap Jumlah Akar Stek Murbei

J. Saat Tumbuh Akar

Pengamatan stek tumbuh akar merupakan upaya untuk menentukan perlakuan yang paling cepat mendukung stek untuk melakukan dediferensiasi sel dan membentuk jaringan akar. Akar merupakan organ vital tanaman, untuk dapat tumbuh dan berkembang, tanaman memerlukan akar untuk dapat menyerap unsur hara yang ada di tanah.

Stek yang ditanam pada teknologi *aero-hydroponic cutting* dapat menumbuhkan akar pada perlakuan EC 2 mS/cm dan 8 mS/cm berturut turut pada 11,2 HST dan 12,6 HST seperti yang ditunjukkan pada tabel 4. Stek tidak menumbuhkan akar pada perlakuan 6 mS/cm dan 8 mS/cm. EC terlalu tinggi lebih diduga cepat memacu kerusakan lapisan epidermis akar.

Stek di duga memerlukan nutrisi untuk dapat tumbuh dan memiliki organ pertumbuhan yang sempurna, jumlah nutrisi yang diperlukan oleh stek untuk dapat tumbuh lebih sedikit jumlahnya dibanding tanaman sempurna (Hartman dan kaster, 2002) terbukti pada penelitian ini jumlah padatan nutrisi pada larutan nutrisi tidak mempengaruhi pertumbuhan stek. Semakin tinggi nilai EC yang digunakan justru berdampak negatif terhadap jaringan stek, dimana konsentrasi larutan yang terlalu tinggi justru dapat menyebabkan sel mengalami plasmolisis akibat kelebihan garam mineral.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Sistem *Aero-hydroponic cutting* dapat menumbuhkan stek tanaman murbei
2. Nilai EC nutrisi yang baik digunakan untuk melakukan perbanyakan stek murbei adalah 2 mS/cm untuk mencegah keluarnya larutan sel pada stek.

B. Saran

1. Perlunya penelitian lanjutan berupa metode yang sesuai agar teknologi *Aero-hydroponic cutting* dapat digunakan secara masal dan meningkatkan produksi bibit di Indonesia.