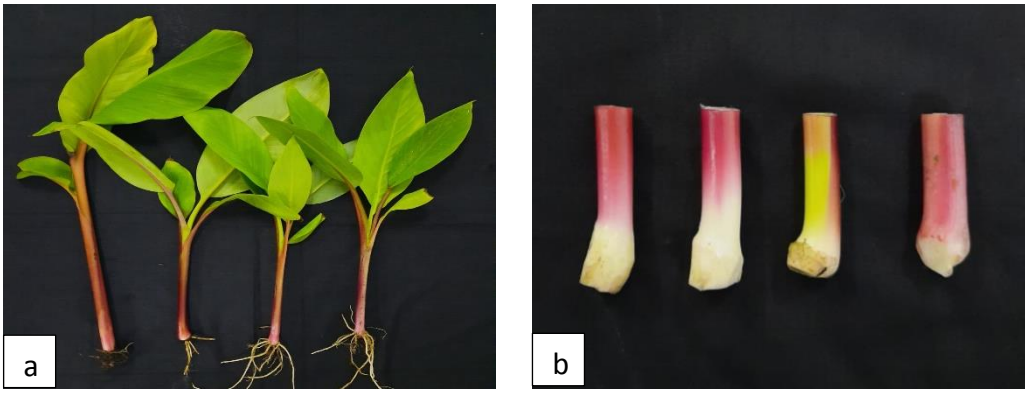
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Umum Penelitian

Untuk mendapatkan mata tunas pisang merah dengan umur dan ukuran yang seragam dalam satu waktu dengan jumlah yang banyak sangat sulit untuk ditemukan, sehingga pada penelitian ini tanaman pisang merah yang digunakan berumur 2-3 bulan setelah daun terbentuk sebanyak 5 helai. Mata tunas pisang merah dengan diameter batang berukuran kecil memiliki jumlah pelepah yang sedikit sehingga semakin sedikit pelepah bagian luar yang dapat dibuang dalam tahap sterilisasi. Mata tunas pisang merah merupakan bagian yang tersentuh secara langsung oleh tanah, semakin dalam bagian mata tunas yang digunakan maka untuk mendapatkan eksplan yang steril dapat lebih mudah. Dalam penelitian ini tidak terdapat eksplan yang mengalami *browning* maupun kontaminasi bakteri dan jamur



Gambar 9. Sumber eksplan (a) tanaman pisang merah, (b) bonggol pisang merah.

Mata tunas yang ditanam pada penelitian ini sebelumnya sudah diinkubasi selama 2 minggu dan memberikan respons terhadap penambahan ukuran dan didapatkan eksplan yang steril. Kemudian pertumbuhan eksplan yang tidak seragam menjadi kendala dalam penentuan eksplan untuk dijadikan sampel penelitian karena banyak tunas yang pertumbuhannya tidak seragam, eksplan yang ditanam pada media perlakuan memiliki ukuran yang beragam dengan ukuran eksplan berkisar antara 0,5-1,5 cm, sehingga pada penelitian ini dikelompokan berdasarkan ukuran eksplan.

4.2. Parameter Pengamatan

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa perlakuan dengan konsentrasi BAP memberikan pengaruh sangat nyata pada umur 2, 4, dan 6 MST terhadap parameter jumlah tunas dan pada umur 4 dan 6 MST terhadap parameter jumlah daun. Perlakuan dengan konsentrasi BAP memberikan pengaruh nyata terhadap parameter waktu muncul daun dan jumlah daun pada umur 2 MST. Perlakuan dengan konsentrasi IAA memberikan pengaruh sangat nyata pada umur 2, 4, dan 6 MST terhadap jumlah akar dan berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun umur 2 MST. Perlakuan konsentrasi BAP dan IAA memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap parameter tinggi eksplan, waktu muncul tunas baru, dan waktu muncul akar. Tidak terdapat interaksi antar perlakuan konsentrasi BAP dan konsentrasi IAA terhadap pertumbuhan eksplan pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) secara *in vitro*.

Tabel 2. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap pertumbuhan eksplan pisang merah secara *in vitro*

Parameter Pengamatan	**Umur Tanaman (MST)**	**Perlakuan**			**KK (%)**
		Konsentrasi BAP (B)	**Konsentrasi IAA (I)**	**Interaksi (B*I)**	
Tinggi Eksplan (cm)	2	tn	tn	tn	14,25a
	4	tn	tn	tn	17,26a
	6	tn	tn	tn	20,41a
Waktu Muncul Tunas Baru (MST)		tn	tn	tn	12,12b
Waktu Muncul Daun (MST)		*	tn	tn	11.63b
Waktu Muncul Akar (MST)		tn	tn	tn	28.79a
Jumlah Tunas (tunas)	2	**	tn	tn	28,94a
	4	**	tn	tn	23,33a
	6	**	tn	tn	20,30a
Jumlah Daun (helai)	2	*	*	tn	29,38a
	4	**	tn	tn	23,94a
	6	**	tn	tn	26,38a
Jumlah Akar (akar)	2	tn	**	tn	12,70b
	4	tn	**	tn	11,33b
	6	tn	**	tn	11,56b

Keterangan: * : Berpengaruh nyata pada taraf 5%
** : Berpengaruh sangat nyata pada taraf 5%

tn : Berpengaruh tidak nyata
a : Data hasil transformasi $\sqrt{\chi + 0,5}$
b : Data hasil transformasi $\sqrt{\chi + 0,5}$ sebanyak dua kali
KK : Koefisien Keragaman
MST : Minggu Setelah Tanam

4.2.1. Tinggi Eksplan

Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 8, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi BAP dan IAA berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi eksplan pada umur 2, 4 dan 6 MST. Kemudian tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter tinggi eksplan pisang merah. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap tinggi eksplan pisang merah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap tinggi eksplan pisang merah (cm)

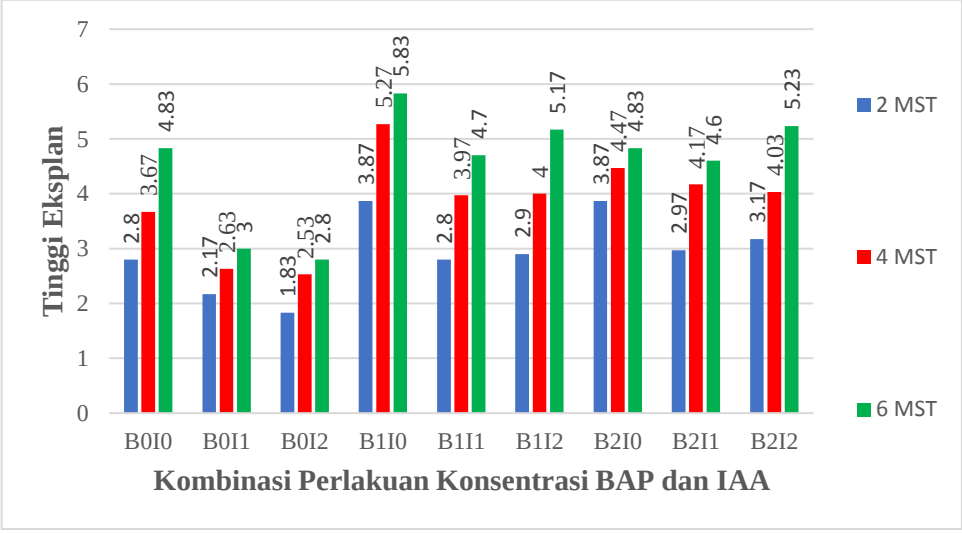
Konsentrasi BAP (ppm)	**Konsentrasi IAA (ppm)**			**Rata-rata**
	0 (I_0)	0,25 (I_1)	0,50 (I_2)	
		2 MST		
0 (B_0)	1,79	1,62	1,53	1,65
2 (B_1)	2,08	1,81	1,81	1,90
4 (B_2)	2,08	1,86	1,90	1,95
Rata-rata	1,98	1,77	1,75	1,83
		4 MST		
0 (B_0)	2,00	1,74	1,74	1,83
2 (B_1)	2,39	2,08	2,10	2,19
4 (B_2)	2,22	2,14	2,11	2,16
Rata-rata	2,20	1,99	1,98	2,06
		6 MST		
0 (B_0)	2,23	1,84	1,81	1,96
2 (B_1)	2,51	2,23	2,35	2,36
4 (B_2)	2,29	2,23	2,36	2,29
Rata-rata	2,34	2,10	2,17	2,21

Keterangan: Data di atas hasil transformasi sebanyak 1x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0,5}$

Tinggi eksplan merupakan parameter pertumbuhan eksplan yang ditandai dengan adanya pertambahan tinggi eksplan pisang merah. Menurut Latifah *et al*.

(2017), pertambahan tinggi tanaman merupakan cerminan dari pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sel-sel meristematik primer yang membelah menyebabkan tanaman bertambah tinggi dan bersifat *irreversible* atau tidak dapat kembali pada bentuk semula.

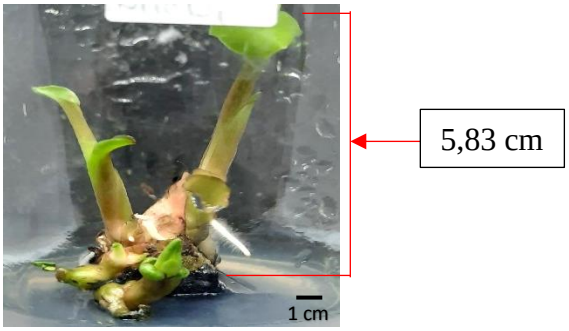
Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa pertambahan tinggi eksplan lebih seragam, hal ini diduga karena konsentrasi hormon sitokinin dan auksin endogen pada tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup untuk memacu pertumbuhan tinggi eksplan, sehingga konsentrasi hormon sitokinin dan auksin yang diberikan secara eksogen belum mampu menambah pertumbuhan tinggi eksplan pisang merah. Hal ini sejalan dengan pernyataan Wahidah dan Hasrul (2017), bahwa fitohormon seperti sitokinin dan auksin adalah senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tanaman tingkat tinggi secara endogen, senyawa tersebut berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan serta perkembangan sel, jaringan dan organ tanaman menuju arah diferensiasi tertentu. Menurut Ngomuo *et al*. (2013), pertumbuhan planlet menjadi kurang maksimal apabila hormon endogen pada tanaman belum mencukupi kebutuhan untuk memacu pertumbuhan, maka diperlukan hormon eksogen untuk mendukung kinerja hormon endogen tanaman.



Gambar 10. Grafik rata-rata tinggi eksplan

Berdasarkan Gambar 10, pertambahan tinggi eksplan cenderung lebih tinggi pada perlakuan B_1I_0 yaitu 2 ppm BAP + 0 ppm IAA sebesar 3,87 cm pada umur 2 MST, 5,27 cm pada umur 4 MST dan 5,83 cm pada umur 6 MST. Bertambahnya

tinggi eksplan menunjukkan adanya respon zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan eksplan. Menurut Bella *et al*. (2016), pertambahan tinggi eksplan dapat dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh sitokinin seperti BAP dan auksin seperti IAA, pemberian zat pengatur tumbuh dengan konsentrasi yang sesuai akan mengoptimalkan pertumbuhan tinggi eksplan. Wahidah dan Hasrul (2017), menambahkan bahwa pertumbuhan merupakan suatu proses dalam kehidupan tanaman. Dari proses tersebut akan terjadi perubahan ukuran yaitu tanaman akan tumbuh semakin besar dan akan berkolerasi positif dalam menentukan hasil tanaman. Pertambahan ukuran tersebut secara keseluruhan dikendalikan oleh sifat genetik disamping faktor-faktor lainnya seperti lingkungan dan hormon. IAA merupakan salah satu hormon tumbuh yang berperan untuk memacu pertumbuhan sepanjang sumbu longitudinal. Hal spesifik yang terlihat berupa peningkatan pembesaran sel yang berlangsung ke segala arah secara isodiametrik. Eksplan yang mengalami penambahan tinggi dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tinggi eksplan perlakuan 2 ppm BAP + 0 ppm IAA umur 6 MST

Pembentukan tunas pada eksplan pisang merah juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi eksplan, hormon sitokinin eksogen BAP yang ditambahkan diduga lebih bekerja untuk pembelahan sel sehingga memacu pembentukan mata tunas, penambahan hormon auksin eksogen IAA diduga lebih bekerja untuk pemanjangan dan pembesaran sel pada akar. Menurut Ramesh dan Ramassamy (2014), tinggi tanaman dipengaruhi oleh jumlah tunas yang muncul, sehingga semakin sedikit tunas yang muncul, maka tinggi tanaman semakin meningkat, dan sebaliknya, hal ini karena energi yang dibutuhkan untuk pemanjangan tunas digunakan untuk pembentukan calon tunas lainnya, sehingga tinggi tunas dapat

mengalami penghambatan. Bella *et al*. (2016), menambahkan bahwa sitokinin akan memacu pembelahan sel dan menghambat elongasi atau perpanjangan sel, sehingga yang banyak terbentuk adalah tunas, sedangkan perpanjangan tunasnya dihambat. Penggunaan konsentrasi sitokinin yang lebih tinggi dapat menghambat pemanjangan meristem adventif.

4.2.2. Waktu Muncul Tunas Baru

Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 9, menunjukkan pemberian konsentrasi BAP dan IAA berpengaruh tidak nyata terhadap waktu muncul tunas baru eksplan pisang merah. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter waktu muncul tunas baru pisang merah. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul tunas baru eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 4.

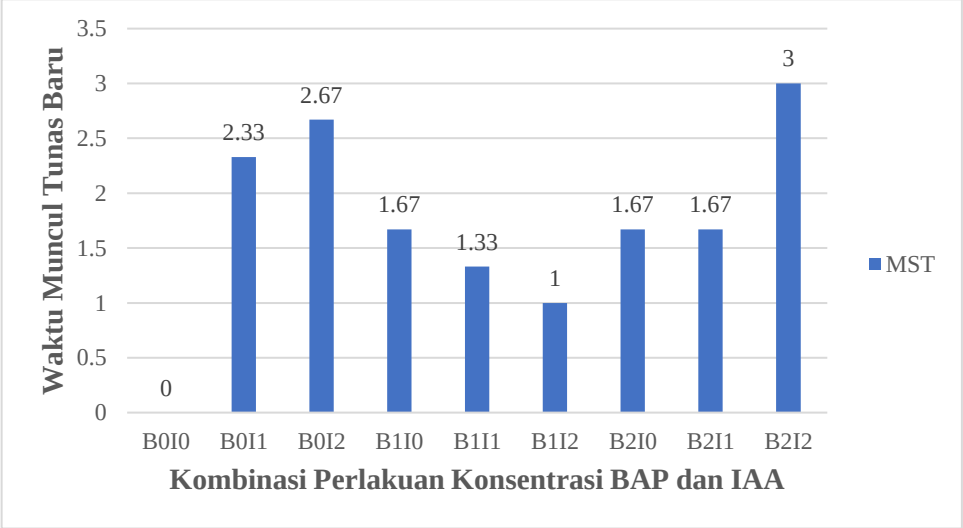
Tabel 4. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul tunas baru eksplan pisang merah (MST)

Konsentrasi BAP (ppm)	**Konsentrasi IAA (ppm)**			**Rata-rata**
	0 (I_0)	0,25 (I_1)	0,50 (I_2)	
		MST		
0 (B_0)	1,10	1,42	1,45	1,32
2 (B_1)	1,39	1,36	1,31	1,35
4 (B_2)	1,39	1,40	1,50	1,43
Rata-rata	1,29	1,39	1,42	1,37

Keterangan: Data di atas hasil transformasi sebanyak 2x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0{,}5}$

Tunas yang muncul pada eksplan pisang merah terjadi karena adanya pembelahan sel meristem yang terus aktif membelah ditandai dengan membesarnya ukuran eksplan pada bagian bawah dan dengan ujung eksplan yang merekah. Menurut Sadat *et al*. (2018), kemunculan tunas pada eksplan dapat ditandai dengan ukuran eksplan terlihat tampak terjadi pembengkak yang kemudian diikuti dengan merekahnya ujung eksplan, calon tunas mikro pisang dapat terbentuk pada rekahan pada ujung eksplan yang ditandai dengan munculnya tunas berwarna hijau. Warna perubahan eksplan yang mengalami pembengkakkan dapat dilihat dengan warna hijau kemerah-merahan, sedangkan eksplan yang tidak mengalami pembengkakkan berwarna coklat.

Perlakuan konsentrasi BAP dan IAA memberikan pengaruh yang tidak nyata pada waktu muncul tunas baru dengan rata-rata 1,37 MST. Pertumbuhan tunas dapat didukung dengan penggunaan hormon sitokinin dan hormon auksin eksogen, kedua hormon tersebut memiliki peranan yang penting dalam diferensiasi sel. BAP merupakan hormon sitokinin eksogen yang dapat ditambahkan untuk pembelahan sel sehingga dapat merangsang pembentukan tunas pada eksplan pisang merah. Menurut Sadat *et al*. (2018), hormon sitokinin dapat memicu pembelahan sel, morfogenesis dan pertumbuhan merupakan proses yang sangat penting dalam pembentukan tunas dan selanjutnya diikuti rediferensiasi menuju pembentukan tunas yang dipicu oleh adanya cahaya.



Gambar 12. Grafik rata-rata waktu muncul tunas baru

Berdasarkan Gambar 12, dapat dilihat bahwa kombinasi perlakuan B_1I_2 yaitu 2 ppm BAP + 0,25 ppm IAA cenderung mempercepat kemunculan tunas dengan kecepatan 1 MST, hal ini diduga karena dipengaruhi oleh penambahan zat pengatur tumbuh BAP dan IAA pada media sehingga dapat merangsang pembentukan tunas baru lebih cepat. Menurut Ferdous *et al*. (2015), semakin tinggi konsentrasi sitokinin yang diberikan pada tanaman maka akan membentuk tunas lebih cepat, aplikasi pemberian sitokinin tunggal mampu menghasilkan tunas dengan waktu yang cepat, namun pada konsentrasi tertentu akan menghasilkan kelainan pada kecepatan pembentukan tunas. Nurhanis *et al*. (2019), menambahkan

bahwa kecepatan pertumbuhan eksplan dapat terjadi karena adanya interaksi yang seimbang antara hormon endogen pada eksplan dengan penambahan hormon eksogen, adanya interaksi tersebut juga dapat memacu awal pertumbuhan eksplan.

4.2.3. Waktu Muncul Daun

Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 9, menunjukkan pemberian konsentrasi BAP berpengaruh nyata terhadap waktu muncul daun. pada Tabel 6, Perlakuan konsentrasi 2 ppm BAP berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 4 ppm BAP, namun perlakuan konsentrasi 2 ppm BAP dan 4 ppm BAP berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0 ppm BAP. Sehingga dapat diketahui bahwa perlakuan dengan konsentrasi terbaik untuk mempercepat pembentukan daun terdapat pada perlakuan konsentrasi 0 ppm BAP sebesar 1,22 MST. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul daun eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 5.

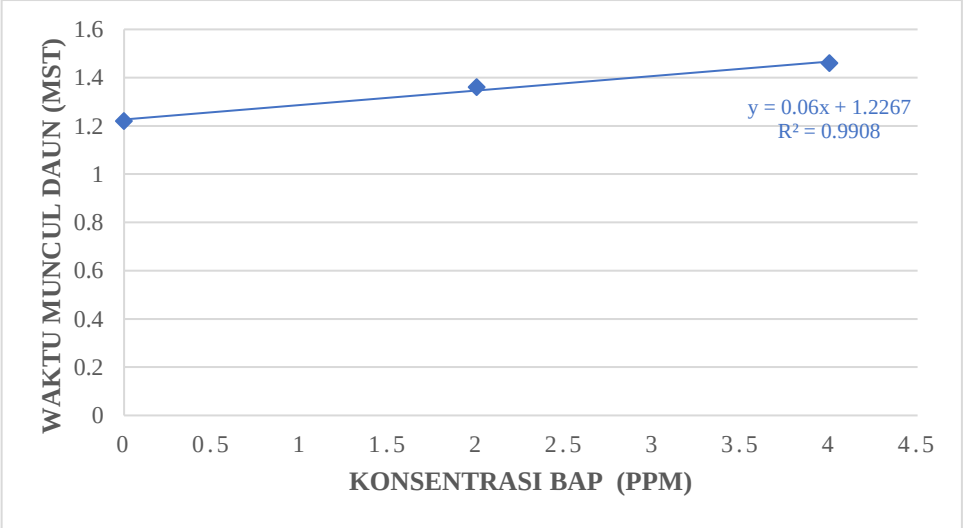
Tabel 5. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul daun eksplan pisang merah (MST)

Konsentrasi BAP (ppm)	**Konsentrasi IAA (ppm)**			**Rata-rata**
	0 (I_0)	0,25 (I_1)	0,50 (I_2)	
		MST		
0 (B_0)	1,24	1,17	1,25	1,22[a]
2 (B_1)	1,39	1,36	1,34	1,36[b]
4 (B_2)	1,40	1,46	1,51	1,46[b]
Rata-rata	1,34	1,33	1,37	1,35

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%. Data di atas hasil transformasi sebanyak 2x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0{,}5}$

Berdasarkan Tabel 5, perlakuan tanpa BAP atau konsentrasi 0 ppm memberikan respon yang terbaik, hal ini diduga BAP bukanlah zat pengatur tumbuh yang tepat untuk mempercepat waktu muncul daun dan diduga adanya pertambahan tunas mikro sehingga eksplan terfokus pada multiplikasi tunas, pertumbuhan daun terjadi setelah adanya pertumbuhan tunas, penambahan sitokinin eksogen diduga belum mampu memenuhi konsentrasi sitokinin endogen pada eksplan sehingga waktu muncul daun tidak begitu cepat. Hal ini sejalan dengan pernyataan

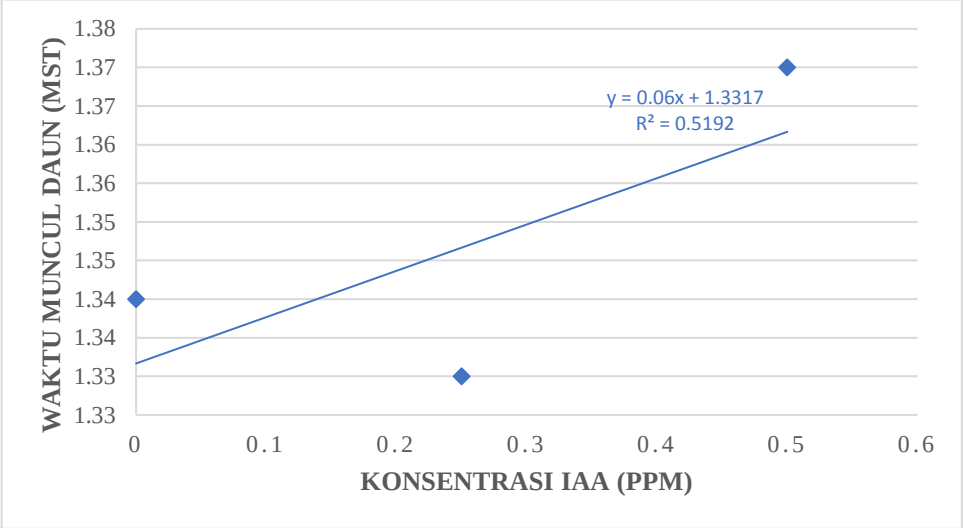
Triharyanto *et al*. (2018), bahwa daun akan terbentuk dan berkembang dengan sendirinya setelah tunas terbentuk. Secara alami, sitokinin dapat terbentuk pada akar dan ditranslokasikan ke bagian tanaman yang lain, salah satunya pada daun. Pembentukan daun dipengaruhi oleh konsentrasi sitokinin BAP yang diberikan. Nurhanis *et al*. (2019), menambahkan bahwa kecepatan pertumbuhan eksplan dapat terjadi karena adanya interaksi yang seimbang antara hormon endogen pada eksplan dengan penambahan hormon eksogen, akibat dari interaksi tersebut eksplan mengalami proses fisiologi yang berlangsung efektif yang akhirnya dapat menginduksi pertumbuhan eksplan.



Gambar 13. Grafik regresi waktu muncul daun dengan BAP

Berdasarkan Gambar 13, grafik regresi waktu muncul daun pada perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh positif terhadap waktu muncul daun, dimana setiap kenaikan konsentrasi BAP maka waktu muncul daun secara rata-rata mengalami kenaikan 0,06 dengan pengaruh sebesar 99,08%. Menurut Ramesh dan Ramassamy (2014), bahwa kecepatan terbentuknya daun pada eksplam diduga dipengaruhi oleh jumlah tunas yang muncul, sehingga semakin sedikit tunas yang muncul, maka semakin cepat daun terbentuk, dan sebaliknya, hal ini karena energi yang dibutuhkan untuk pembentukan daun digunakan untuk pembentukan calon tunas lainnya, sehingga kecepatan muncul daun dapat mengalami penghambatan. Bella *et al*. (2016), menyatakan bahwa kecepatan pembentukan daun pada eksplan dapat

dipengaruhi oleh jumlah tunas yang tumbuh, semakin banyak jumlah tunas yang terbentuk maka akan semakin lama daun yang akan terbentuk pada eksplan.



Gambar 14. Grafik regresi waktu muncul daun dengan IAA

Berdasarkan Gambar 14, grafik regresi waktu muncul daun pada perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh positif terhadap waktu muncul daun, dimana setiap kenaikan konsentrasi IAA maka waktu muncul daun secara rata-rata mengalami kenaikan 0,06 dengan pengaruh sebesar 51,92%. Menurut Hartati *et al*. (2017), dalam kultur jaringan untuk memacu pertumbuhan dan pembentukan organogenesis tanaman seperti daun biasanya ditambahkan zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin seperti BAP dan auksin seperti IAA untuk mendukung kinerja hormon endogen yang telah dihasilkan secara alami oleh tanaman untuk pertumbuhan yang optimal.

4.2.4. Waktu Muncul Akar

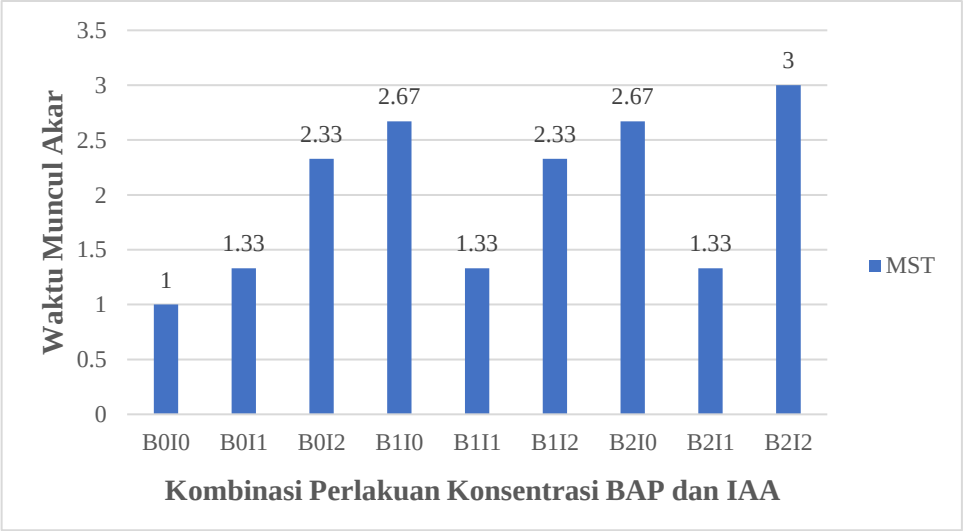
Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 9, menunjukkan pemberian konsentrasi BAP dan IAA berpengaruh tidak nyata terhadap waktu muncul akar eksplan pisang merah. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter waktu muncul akar pisang merah. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul akar eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul akar eksplan pisang merah (MST)

Konsentrasi BAP (ppm)	**Konsentrasi IAA (ppm)**			**Rata-rata**
	0 (I_0)	0,25 (I_1)	0,50 (I_2)	
		MST		
0 (B_0)	1,17	1,34	1,66	1,39
2 (B_1)	1,74	1,34	1,66	1,58
4 (B_2)	1,65	1,34	1,86	1,62
Rata-rata	1,52	1,34	1,72	1,53

Keterangan: Data di atas hasil transformasi sebanyak 1x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0{,}5}$

Perlakuan konsentrasi BAP dan IAA menunjukkan hasil yang tidak nyata terhadap waktu muncul akar dengan rata-rata 1,53 MST. Kecepatan waktu muncul akar diduga dapat dipengaruhi oleh penambahan hormon sitokinin dan auksin eksogen dengan konsentrasi yang seimbang antara hormon endogen dan eksogen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurhanis *et al*. (2019), bahwa dalam kultur jaringan biasanya ditambahkan hormon eksogen untuk mendukung kinerja hormon endogen yang telah dihasilkan secara alami oleh tanaman. Kecepatan pertumbuhan eksplan dapat terjadi karena adanya interaksi yang seimbang antara hormon endogen pada eksplan dengan penambahan hormon eksogen, akibat dari interaksi tersebut proses fisiologi yang berlangsung jadi lebih efektif akhirnya dapat menginduksi pertumbuhan eksplan.



Gambar 15. Grafik rata-rata waktu muncul akar

Pada penelitian ini terdapat beberapa eksplan yang menghasilkan akar namun tidak membentuk tunas. Berdasarkan grafik rata-rata waktu muncul akar yang tersaji pada Gambar 15, menunjukkan kombinasi pada perlakuan B_0I_0 yaitu 0 ppm BAP + 0 ppm IAA menghasilkan waktu cenderung lebih cepat dalam kemunculan akar dengan rata-rata sebesar 1 MST. Hal ini diduga eksplan pada media kombinasi tersebut memiliki konsentrasi hormon sitokinin dan auksin endogen dalam jumlah yang cukup banyak untuk merangsang pembentukan akar. Menurut Wahidah dan Hasrul (2017), pada tanaman kontrol terdapat hormon auksin endogen yang ada pada tanaman itu sendiri dan cukup dalam membantu proses pembentukan akar, dengan konsentrasi auksin yang rendah serta memiliki keseimbangan konsentrasi antara auksin IAA dan sitokinin BAP berpengaruh terhadap perkembangan organ pada tumbuhan, keberadaan konsentrasi auksin yang tinggi dapat menghambat pembentukan akar, hal ini disebabkan eksplan dapat menginduksi zat pengatur tumbuh lainnya seperti etilen yang berlawanan arah dengan fungsi auksin itu sendiri.

Pada pengamatan selama percobaan berlangsung, terdapat beberapa eksplan yang menghasilkan akar namun tidak membentuk tunas, keadaan ini terjadi diduga adanya kandungan hormon auksin endogen dalam eksplan mungkin cukup tinggi untuk menumbuhkan akar eksplan. Menurut Bella *et al*. (2016), sitokinin dapat merangsang produksi auksin endogen dalam kondisi tertentu, dimana auksin dapat merangsang pembentukan akar adventif dengan mensintesis bagian tanaman yang terluka dan menjadikanya sebagai tempat pembentukan akar adventif pada bagian atau jaringan yang terluka akibat kegiatan pemotongan eksplan

4.2.5. Jumlah Tunas

Berdasarkan hasil sidik ragam yang disajikan pada Lampiran 10. menunjukkan pemberian konsentrasi BAP berpengaruh sangat nyata pada parameter jumlah tunas umur 2, 4 dan 6 MST, sedangkan konsentrasi IAA memberikan pengaruh tidak nyata. Kemudian tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter jumlah tunas. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah tunas eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah tunas eksplan pisang merah (tunas)

Konsentrasi BAP (ppm)	**Konsentrasi IAA (ppm)**			**Rata-rata**
	0 (I_0)	0,25 (I_1)	0,50 (I_2)	
		2 MST		
0 (B_0)	1,05	1,05	1,05	1,05[c]
2 (B_1)	2,11	1,87	2,21	2,06[a]
4 (B_2)	1,56	1,97	1,72	1,74[b]
Rata-rata	1,57	1,63	1,66	1,62
		4 MST		
0 (B_0)	1,05	1,66	1,46	1,39[c]
2 (B_1)	2,47	2,20	2,49	2,38[a]
4 (B_2)	1,87	2,13	1,81	1,94[b]
Rata-rata	1,80	2,00	1,92	1,90
		6 MST		
0 (B_0)	1,05	1,66	1,46	1,39[c]
2 (B_1)	2,62	2,27	2,62	2,50[a]
4 (B_2)	2,04	2,39	2,08	2,17[b]
Rata-rata	1,90	2,10	2,06	2,02

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DMRT taraf 5%. Data di atas hasil transformasi sebanyak 1x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0{,}5}$

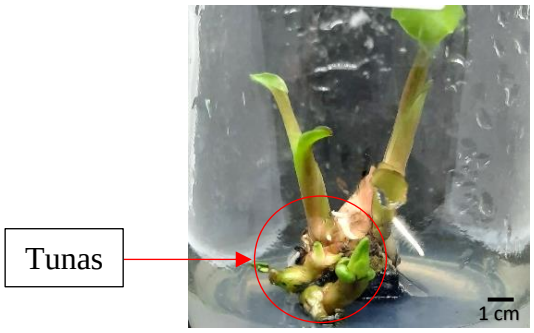
Tunas merupakan bagian dari tumbuhan yang muncul apabila eksplan telah mendapat nutrisi dengan baik. Jumlah tunas merupakan salah satu komponen pertumbuhan tanaman yang diamati untuk mengetahui keberhasilan eksplan agar tumbuh dan berkembang menjadi planlet. Bertambahnya jumlah tunas terjadi sebagai akibat bertambahnya jumlah sel yang diikuti dengan penambahan ukuran sel. Menurut Triharyanto *et al*. (2018), tunas yang muncul pada eksplan menunjukkan keberhasilan tahap multiplikasi pada kultur jaringan, proses pertumbuhan tunas dapat dirangsang oleh zat pengatur tumbuh.

Perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas pada umur 2, 4 dan 6 MST, sedangkan perlakuan dengan konsentrasi IAA tidak berpengaruh terhadap pertambahan jumlah tunas eksplan pisang merah. Hal ini diduga karena pemberian hormon BAP yang lebih tinggi dari hormon IAA sehingga hormon BAP bekerja lebih dominan dalam penambahan jumlah tunas. Hal ini sejalan dengan pendapat Nofiyanto *et al*. (2019), yang menyatakan bahwa

penambahan hormon sitokinin dengan konsentrasi yang lebih tinggi akan memacu pembentukan tunas planlet tanaman, sedangkan jika konsentrasi auksin yang lebih tinggi maka akan memacu pembentukan akar dan panjang akar planlet tanaman.

Pemberian konsentrasi BAP sebesar 2 ppm diduga sudah cukup untuk mengoptimalkan pertumbuhan tunas pisang merah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bella *et al*. (2016), penggunaan 2 ppm BAP mampu menghasilkan tingkat multiplikasi yang tinggi pada tanaman pisang sebesar 1,58 tunas. Diperkuat oleh hasil penelitian Triharyanto *et al*. (2018), bahwa pemberian konsentrasi 2 ppm BAP dalam multiplikasi pisang raja bulu secara *in vitro* menghasilkan jumlah tunas terbanyak sebesar 2,38 tunas.

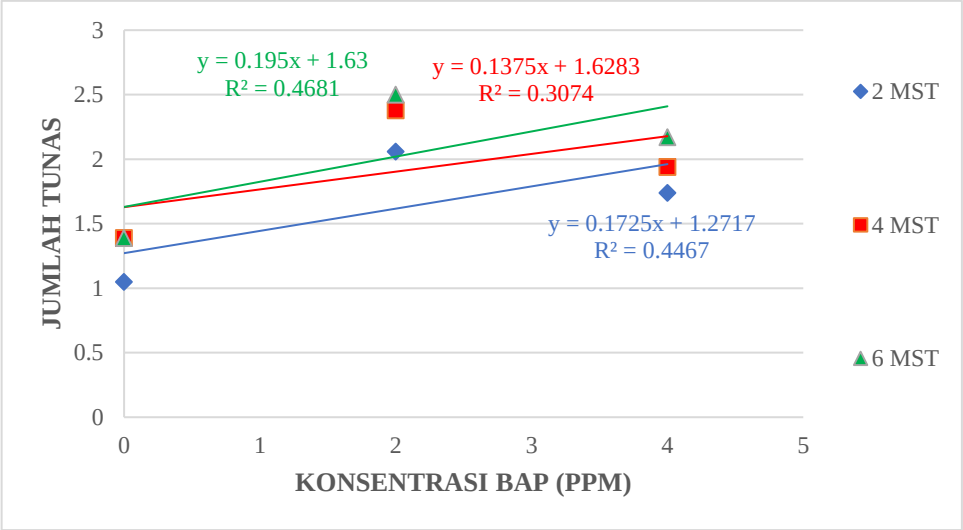
Pembentukan tunas yang tumbuh dari eksplan ditandai dengan adanya tonjolan yang berwarna hijau dan terdapat penebalan pada eksplan. Menurut Yelnitis (2012), proses penebalan eksplan pada bagian potongan dan di daerah yang mengalami pelukaan. Penebalan tersebut merupakan interaksi antara eksplan dengan media tumbuh, zat pengatur tumbuh dan lingkungan tumbuh sehingga eksplan bertambah besar. Bella *et al*. (2016), menambahkan bahwa pembentukan tunas mikro ini diawali dengan adanya pembengkakan pada bagian bawah potongan batang yang ditanam. Pembengkakan pada eksplan yang terjadi disebabkan terdapatnya aktivitas auksin endogen yang cukup untuk memobilisasi sel-sel untuk membentuk tunas. Eksplan yang membentuk tunas dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Eksplan membentuk tunas umur 4 MST

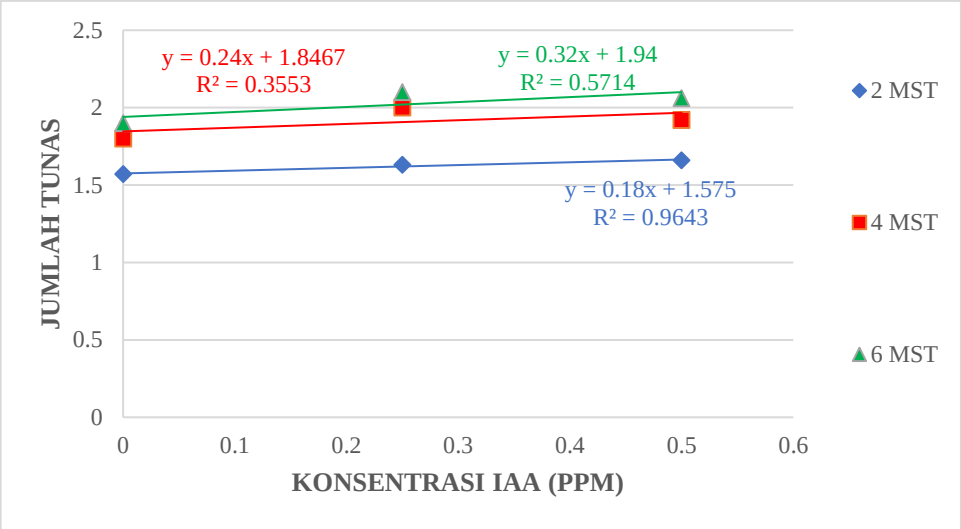
Pembentukan tunas pada eksplan dapat dirangsang dengan menggunakan zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin maupun auksin. Hal ini sesuai dengan pendapat Mahfudza *et al*. (2018), yaitu kombinasi zat pengatur tumbuh auksin dan

sitokinin dalam perimbangan yang tepat akan memacu pembelahan dan pembesaran sel yang mengarah pada morfogenesis tunas. Diperkuat oleh pendapat Yulia *et* al. (2020), bahwa kecepatan munculnya tunas ditentukan oleh kondisi eksplan dan penggunaan zat pengatur tumbuh dengan konsentrasi yang sesuai. Sitokinin adalah zat pengatur tumbuh yang dapat memacu pembelahan dan perkembangan sel, mendorong proses morfogenesis serta membantu pembentukan kloroplas. BAP merupakan salah satu jenis sitokinin yang dapat membantu pembentukan tunas dan menstimulasi pembelahan sel pada bagian tanaman.



Gambar 17. Grafik regresi jumlah tunas dengan BAP

Berdasarkan Gambar 17, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh positif terhadap jumlah tunas, dimana setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah tunas mengalami kenaikan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,1725 dengan pengaruh sebesar 44,67%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,1375 dengan pengaruh sebesar 30,74%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,195 dengan pengaruh sebesar 46,81%. Menurut Bella *et al*. (2016), kemampuan eksplan bertunas dipengaruhi oleh genotip tanaman, namun terlepas dari pengaruh genotip tanaman, dalam meningkatkan multiplikasi tunas dipengaruhi oleh jenis sitokinin dan konsentrasi yang digunakan.



Gambar 18. Grafik regresi jumlah tunas dengan IAA

Berdasarkan Gambar 18, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh positif terhadap jumlah tunas, dimana setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah tunas mengalami kenaikan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,18 dengan pengaruh sebesar 96,43%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,24 dengan pengaruh sebesar 35,53%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,32 dengan pengaruh sebesar 57,14%. Menurut Yatim (2016), kombinasi zat pengatur tumbuh BAP dan IAA dikenal dapat mengurangi dominasi meristem apikal dan menginduksi pembentukan tunas adventif dari eksplan meristematik pisang.

Dalam penelitian ini juga diketahui bahwa adanya korelasi negatif antara pertumbuhan tunas dengan pertambahan tinggi, dikarenakan pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa dengan semakin meningkatnya jumlah tunas, akan membuat pertambahan tinggi pada planlet menjadi semakin terhambat, begitu juga sebaliknya dan sesuai hasil penelitian Ramesh dan Ramassamy (2014), yang menyatakan bahwa pembentukan tunas mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman pisang, semakin banyak tunas yang tumbuh, maka pertumbuhan tinggi tanaman pisang menjadi kurang optimal, hal ini karena energi yang dibutuhkan untuk pemanjangan tunas digunakan untuk pembentukan calon tunas. Menurut Bella *et al*. (2016), pertambahan tinggi pada eksplan dipengaruhi oleh jumlah tunas

yang terbentuk, yaitu semakin banyak jumlah tunas baru yang tumbuh di setiap perlakuannya maka akan semakin rendah rata-rata tinggi eksplan yang dihasilkan.

4.2.6. Jumlah Daun

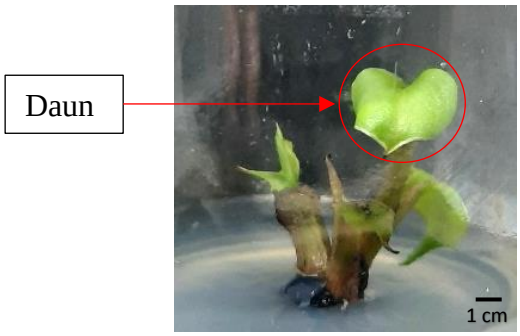
Berdasarkan hasil sidik ragam yang disajikan pada Lampiran 11. Menunjukkan pemberian konsentrasi IAA berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada umur 2 MST, jumlah daun pada perlakuan 0 ppm IAA sebesar 1,36 helai. Kemudian pemberian konsentrasi BAP juga berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada umur 2 MST, dan berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun pada umur 4 dan 6 MST, jumlah daun terbaik pada perlakuan 2 ppm BAP sebesar 1,34 helai, 1,91 helai dan 2,16 helai, Tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter jumlah daun. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah daun eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah daun eksplan pisang merah (helai)

Konsentrasi BAP (ppm)	**Konsentrasi IAA (ppm)**			**Rata-rata**
	0 (I_0)	0,25 (I_1)	0,50 (I_2)	
		2 MST		
0 (B_0)	1,17	0,88	0,71	0,91[b]
2 (B_1)	1,47	1,56	1,00	1,34[a]
4 (B_2)	1,44	0,88	0,88	1,06[b]
Rata-rata	1,36[a]	1,11[b]	0,86[c]	1,11
		4 MST		
0 (B_0)	1,29	1,10	1,00	1,13[b]
2 (B_1)	2,24	1,86	1,64	1,91[a]
4 (B_2)	1,86	1,68	1,76	1,77[a]
Rata-rata	1,80	1,54	1,47	1,60
		6 MST		
0 (B_0)	1,48	1,18	1,10	1,25[c]
2 (B_1)	2,49	2,11	1,87	2,16[a]
4 (B_2)	1,86	2,02	1,95	1,94[b]
Rata-rata	1,95	1,77	1,64	1,78

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. Data di atas hasil transformasi sebanyak 1x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0{,}5}$

Jumlah daun merupakan parameter pengamatan yang sangat penting sebagai indikator pertumbuhan pada eksplan. Banyaknya jumlah daun yang tumbuh menandakan respon pertumbuhan eksplan sangat baik. Menurut Hartati *et al*. (2017), jumlah daun pada pertumbuhan suatu tanaman memegang peranan yang sangat penting, hal ini berkaitan dengan kemampuan tanaman untuk melakukan proses fotosintesis dan berbagai metabolisme pada eksplan. Semakin banyak jumlah daun yang terbentuk maka akan menghasilkan fotosintat yang banyak juga, sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman yang optimal, pertumbuhan jumlah daun dapat diinduksi dengan penggunaan zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin seperti BAP dan auksin seperti IAA. Eksplan yang membentuk daun dapat dilihat pada Gambar 19.

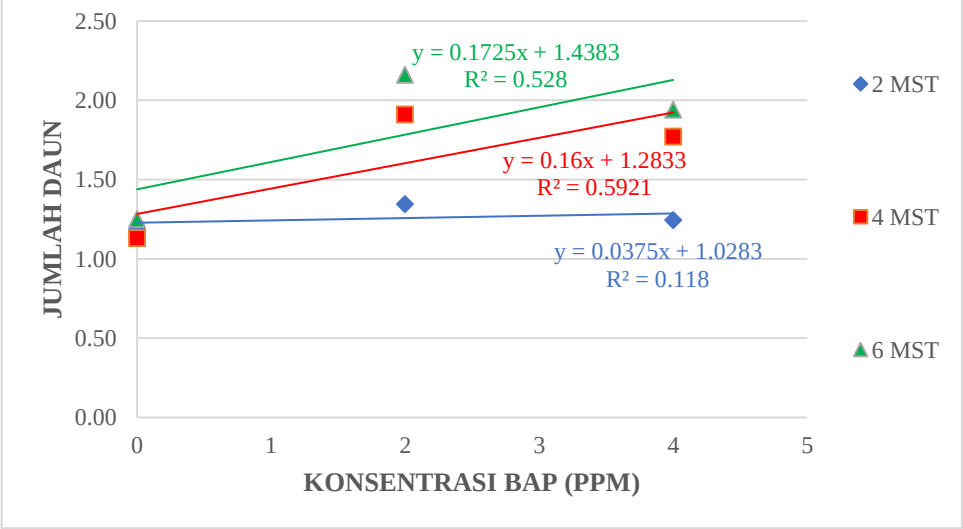


Gambar 19. Eksplan membentuk daun umur 4 MST

Pemberian konsentrasi BAP dan IAA berpengaruh terhadap jumlah daun, hal ini diduga karena konsentrasi hormon auksin dan sitokinin endogen pada tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup, dengan penambahan hormon auksin eksogen dengan konsentrasi yang lebih rendah dari konsentrasi sitokinin eksogen sehingga dapat memacu pertumbuhan daun pada eksplan pisang merah. Hal ini sejalan dengan pendapat Wahidah dan Hasrul (2017), yang menyatakan bahwa pada tanaman terdapat hormon auksin dan sitokinin endogen yang ada pada tanaman itu sendiri dan cukup dalam membantu proses perkembangan daun, dengan konsentrasi auksin yang rendah serta memiliki keseimbangan konsentrasi antara auksin IAA dan sitokinin BAP berpengaruh terhadap perkembangan organ pada tumbuhan, keberadaan konsentrasi auksin yang tinggi dapat menghambat pertambahan jumlah daun, karena konsentrasi auksin yang tinggi dapat menginduksi zat pengatur

tumbuh lainnya seperti etilen yang berlawanan arah dengan fungsi auksin itu sendiri. Menurut Hartati *et al*. (2017), untuk memacu pertumbuhan dan pembentukan organogenesis tanaman seperti daun biasanya ditambahkan zat pengatur tumbuh golongan sitokinin dan auksin seperti IAA untuk mendukung kinerja hormon endogen sehingga pertumbuhan tanaman dapat lebih optimal.

Dengan pemberian konsentrasi 2 ppm BAP diduga sudah cukup untuk mengoptimalkan pertumbuhan jumlah daun dan memberikan hasil lebih baik pada jumlah daun eksplan pisang dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Triharyanto *et al*. (2018), penambahan 4 ppm BAP memberikan hasil 0,11 helai pada jumlah daun planlet tanaman pisang raja bulu. Menurut Nofiyanto *et al*. (2019), penambahan zat pengatur tumbuh BAP dengan konsentrasi yang tepat dapat menginduksi proses pembentukan organogenesis pada planlet tanaman seperti daun dan dapat mengoptimalkan pertumbuhan planlet.

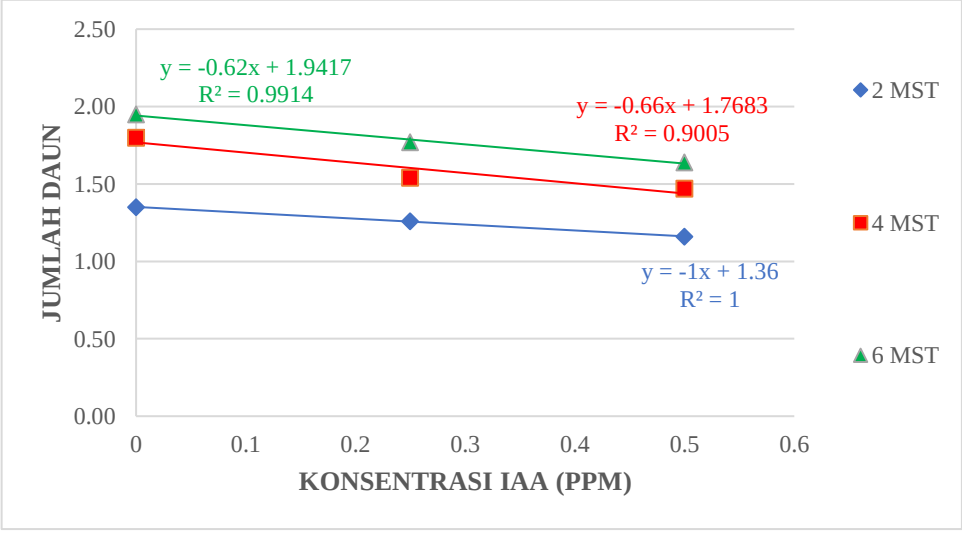


Gambar 20. Grafik regresi jumlah daun dengan BAP

Berdasarkan Gambar 20, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh positif terhadap jumlah daun, dimana setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah daun mengalami kenaikan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah daun secara rata-rata naik sebesar 0,0375 dengan pengaruh sebesar 11,8%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah daun secara rata-rata naik sebesar

0,16 dengan pengaruh sebesar 59,21%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah daun secara rata-rata naik sebesar 0,1725 dengan pengaruh sebesar 52,8%. Menurut Bella *et al*. (2016), jumlah daun dipengaruhi oleh jumlah tunas yang tumbuh, semakin banyak jumlah tunas yang tumbuh maka akan sedikit jumlah daun tumbuh, begitu juga sebaliknya. Yatim (2016), menambahkan bahwa pemberian 2 ppm BAP memberikan kontribusi yang baik terhadap jumlah daun terkait fungsi BAP itu sendiri dalam mendorong pembelahan sel dan proses organogenesis dalam proses mikropropagasi.

Pertumbuhan jumlah daun ini terjadi kecenderungan dimana semakin banyak jumlah tunas yang tumbuh pada eksplan dari setiap perlakuan dapat mengakibatkan rata-rata jumlah daun menjadi lebih sedikit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ramesh dan Ramassamy (2014), bahwa jumlah daun yang terbentuk pada eksplam diduga dipengaruhi oleh jumlah tunas yang muncul, sehingga semakin sedikit tunas yang muncul, maka jumlah daun semakin meningkat, dan sebaliknya, hal ini karena energi yang dibutuhkan untuk pembentukan daun digunakan untuk pembentukan calon tunas lainnya, sehingga jumlah daun dapat mengalami penghambatan.



Gambar 21. Grafik regresi jumlah daun dengan IAA

Berdasarkan Gambar 21, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh negatif terhadap jumlah daun, dimana

setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun mengalami penurunan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun secara rata-rata turun sebesar -1 dengan pengaruh sebesar 100%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun secara rata-rata turun sebesar -0,66 dengan pengaruh sebesar 90,06%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun secara rata-rata turun sebesar -0,62 dengan pengaruh sebesar 99,14%. Pada hasil penelitian Wahidah dan Hasrul (2017), menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi IAA yang tinggi mengakibatkan tanaman mensintesis ZPT lain seperti Asam Absisat (ABA) atau Etilen yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan daun dan batang, karena terdapat konsentrasi auksin yang melebihi kebutuhan eksplan. Sel umumnya mengandung auksin cukup untuk pembentukan organ daun secara normal, sedangkan tanaman kontrol memiliki kemampuan tumbuh yang lebih baik dibanding tanaman yang diuji karena pada tanaman kontrol memiliki hormon auksin yang cukup dalam proses perkembangan sel dan tidak melebihi batas konsentrasi tanaman tersebut, sehingga tidak mensintesis ZPT lain yang dapat menghambat pembentukan daun tanaman.

4.2.7. Jumlah Akar

Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 12. menunjukkan bahwa konsentrasi IAA berpengaruh sangat nyata pada parameter jumlah akar pada umur 2, 4 dan 6 MST. Jumlah akar terbaik pada perlakuan konsentrasi 0,25 ppm IAA sebesar 1,50 akar, 1,65 akar dan 1,78 akar. Kemudian tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA pada jumlah akar eksplan pisang merah, hal ini diduga karena hormon BAP lebih berperan pada pembentukan tunas, sedangkan hormon IAA berperan pada pembentukan dan pemanjangan akar. Menurut Putri *et al*. (2018), hormon IAA merupakan golongan auksin yang berperan dalam diferensiasi sel dan menginisiasi pembentukan akar tanaman. Satria (2020), menambahkan bahwa BAP termasuk dalam golongan zat pengatur tumbuh sitokinin dan BAP berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan tunas, berpengaruh terhadap metabolisme sel dan berfungsi sebagai pendorong proses fisiologis. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah akar eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 9.

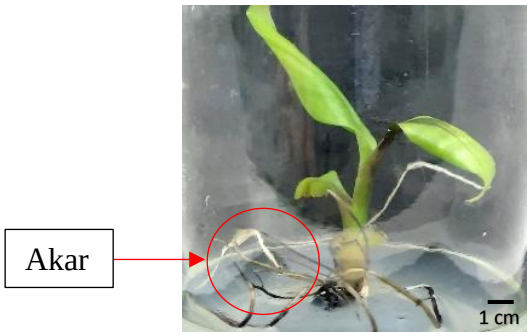
Tabel 9. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah akar eksplan pisang merah (akar)

Konsentrasi BAP (ppm)	**Konsentrasi IAA (ppm)**			**Rata-rata**
	0 (I_0)	0,25 (I_1)	0,50 (I_2)	
		2 MST		
0 (B_0)	1,32	1,50	1,21	1,34
2 (B_1)	1,25	1,56	1,25	1,35
4 (B_2)	1,10	1,43	1,17	1,23
Rata-rata	1,22[b]	1,50[a]	1,21[b]	1,31
		4 MST		
0 (B_0)	1,42	1,66	1,52	1,53
2 (B_1)	1,44	1,70	1,52	1,55
4 (B_2)	1,24	1,59	1,46	1,43
Rata-rata	1,37[c]	1,65[a]	1,50[b]	1,51
		6 MST		
0 (B_0)	1,45	1,83	1,61	1,63
2 (B_1)	1,51	1,81	1,58	1,63
4 (B_2)	1,33	1,71	1,63	1,56
Rata-rata	1,43[c]	1,78[a]	1,60[b]	1,61

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DMRT taraf 5%. Data di atas hasil transformasi sebanyak 2x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0{,}5}$

Berdasarkan hasil penelitian yang tersaji pada Tabel 10. menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan B0I1 (0 ppm BAP + 0,25 ppm IAA) memberikan hasil terbaik pada parameter jumlah akar planlet pisang merah yaitu sebesar 1,83 akar. Hasil penelitian ini memberikan pengaruh lebih baik pada jumlah akar planlet tanaman pisang dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lathyfah dan Dewi (2016), kombinasi 0,3 ppm IAA dengan 3 ppm BAP memberikan hasil jumlah akar planlet pisang barangan sebesar 1,2 akar. Hal ini diduga bahwa konsentrasi hormon auksin endogen tanaman sudah tersedia cukup banyak sehingga dengan penambahan hormon auksin IAA dengan konsentrasi yang rendah yaitu 0,25 ppm memberikan hasil yang baik terhadap jumlah akar planlet pisang merah, dan juga dapat dipengaruhi oleh genotipe tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Bella *et al*. (2016), bahwa kemampuan eksplan menghasilkan akar dipengaruhi oleh genotipe tanaman, namun terlepas dari pengaruh genotipe tanaman, dalam meningkatkan jumlah akar dapat dipengaruhi

oleh jenis auksin dan konsentrasi yang digunakan. Menurut Ngomuo *et al*. (2013), konsentrasi eksogen menjadi faktor utama dalam kegiatan perbanyakan tanaman secara *in vitro* untuk mendapatkan jumlah akar yang optimal.



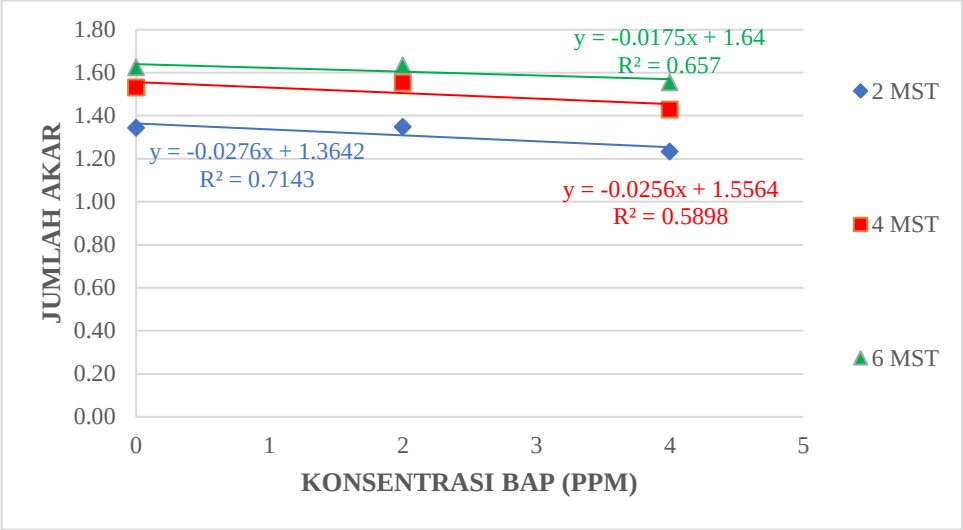
Gambar 22. Akar eksplan pada perlakuan 0 ppm BAP + 0,25 ppm IAA

Pertumbuhan akar pada eksplan dapat dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh yang digunakan. Pemberian zat pengatur tumbuh auksin yang dikombinasikan dengan sitokinin dengan konsentrasi yang sesuai dapat memberikan pengaruh yang besar untuk merangsang pembentukan akar pada eksplan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pamungkas (2015), yang menyatakan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh auksin pada konsentrasi tertentu baik diberikan sendiri maupun dalam bentuk kombinasi dengan zat pengatur tumbuh sitokinin dapat merangsang pembentukan akar dari jaringan tanaman, hal ini terjadi karena peningkatan permeabilitas masuknya air dalam sel. Keadaan seperti ini akan memacu diferensiasi pembentukan akar pada eksplan.

Menurut Nurhanis *et al*. (2019), kecepatan pertumbuhan eksplan dapat terjadi karena adanya interaksi yang seimbang antara hormon endogen pada eksplan dengan penambahan hormon eksogen, akibat dari adanya interaksi tersebut eksplan mengalami proses fisiologi yang berlangsung efektif, sehingga dapat memacu awal pertumbuhan eksplan seperti pembentukan akar.

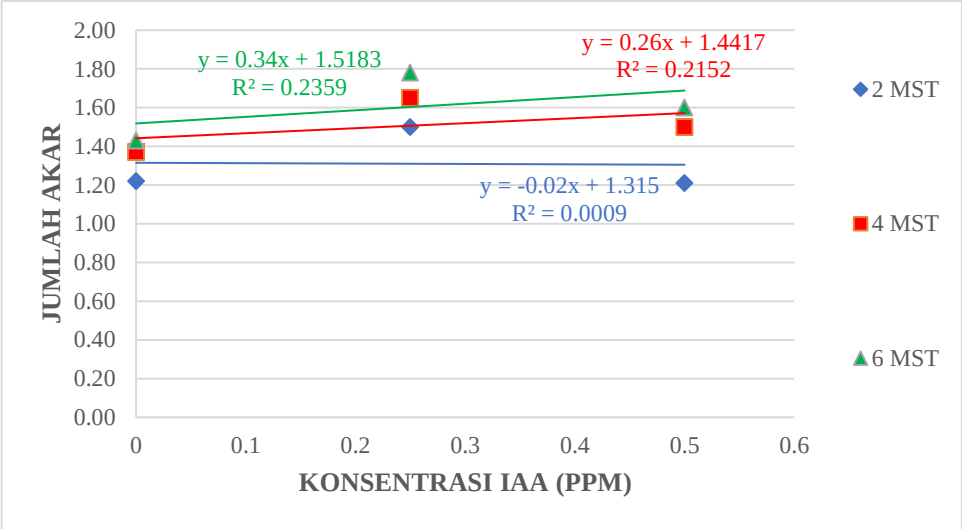
Pada pengamatan selama percobaan berlangsung, terdapat beberapa eksplan yang menghasilkan akar namun tidak membentuk tunas baru. Menurut Bella *et al*. (2016), keadaan ini terjadi diduga adanya kandungan hormon auksin endogen dalam eksplan mungkin cukup tinggi untuk menumbuhkan akar eksplan. pengaruh pemberian sitokinin dapat ditekan atau dihambat di dalam sel *xilem* sehingga sel

pembentukan akar dapat terlindungi dari pengaruh sitokinin dalam sel tersebut. Dengan pemberian zat pengatur tumbuh sitokinin pada media dapat merangsang produksi hormon etilen dalam kondisi tertentu, dimana etilen dapat merangsang pembentukan akar adventif dengan mensintesis bagian tanaman yang terluka dan menjadikanya sebagai tempat pembentukan akar adventif pada bagian atau jaringan yang terluka akibat kegiatan pemotongan eksplan.



Gambar 23. Grafik regresi jumlah akar dengan BAP

Berdasarkan Gambar 23, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh negatif terhadap jumlah akar, dimana setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah akar mengalami penurunan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah akar secara rata-rata turun sebesar -0,0276 dengan pengaruh sebesar 71,43%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah akar secara rata-rata turun sebesar -0,0256 dengan pengaruh sebesar 58,98%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah akar secara rata-rata turun sebesar -0,0175 dengan pengaruh sebesar 65,7%. Menurut Su *et al*. (2011), media dengan perlakuan tanpa penambahan sitokinin lebih baik jika dibandingkan dengan media yang mengandung sitokinin untuk pembentukan akar, hal ini diduga karena zat pengatur tumbuh sitokinin yang ditambahkan dapat menghambat biosistensis auksin endogen dalam membentuk akar.



Gambar 24. Grafik regresi jumlah akar dengan IAA

Berdasarkan Gambar 24, grafik regresi pada umur 2 MST perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh negatif terhadap jumlah akar, dimana setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah akar mengalami penurunan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah akar secara rata-rata turun sebesar -0,02 dengan pengaruh sebesar 0,09%. Sedangkan grafik regresi pada umur 4 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh positif terhadap jumlah akar, dimana setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah akar mengalami kenaikan. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun secara rata-rata naik sebesar 0,26 dengan pengaruh sebesar 21,52%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah akar secara rata-rata naik sebesar 0,34 dengan pengaruh sebesar 23,59%. Umumnya hormon auksin secara endogen telah tersedia pada tanaman namun dengan konsentrasi yang rendah, untuk menunjang pertumbuhan eksplan maka perlu ditambahkannya hormon auksin secara eksogen dengan konsentrasi yang sesuai pada media yang seimbang untuk memacu pembentukan akar pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca). Hal ini sesuai dengan pendapat Hartati *et al*. (2017), yang menyatakan bahwa beberapa eksplan menghasilkan auksin secara endogen dalam jumlah cukup, namun untuk menunjang pertumbuhan kultur jaringan eksplan membutuhkan tambahan auksin secara eksogen, yaitu dari penambahan zat pengatur tumbuh sintetik dan senyawa organik salah satunya adalah IAA.

4.2.8. Persentase Eksplan Hidup (%)

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 10, dapat dilihat data persentase eksplan hidup tanaman pisang merah dengan perlakuan berbagai konsentrasi BAP dan IAA memberikan hasil persentase eksplan hidup yaitu 100 % dari pengamatan selama 6 MST pada semua perlakuan. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase eksplan hidup pada eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase eksplan hidup eksplan pisang merah (%)

Perlakuan	Jumlah eksplan yang diamati	Jumlah eksplan yang hidup	Persentase eksplan hidup (%)
B0I0	3	3	100%
B0I1	3	3	100%
B0I2	3	3	100%
B1I0	3	3	100%
B1I1	3	3	100%
B1I2	3	3	100%
B2I0	3	3	100%
B2I1	3	3	100%
B2I2	3	3	100%
Total	**27**	**27**	**100%**

Pertumbuhan eksplan ditandai dengan adanya perubahan dan penambahan ukuran maupun bentuk yang bersifat tidak dapat kembali pada bentuk maupun ukuran semula (*irreversible*) seperti penambahan tinggi eksplan, tumbuhnya tunas pada eksplan, tumbuhnya akar dan daun pada eksplan. Proses pertumbuhan pada eksplan melibatkan proses pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel yang dipengaruhi oleh suatu hormon atau ZPT. Dengan pemberian ZPT sitokinin (BAP) dan auksin (IAA) pada media dapat memacu pertumbuhan eksplan pisang merah. Hal ini sesuai dengan pendapat Lathyfah *et al*. (2016), zat pengatur tumbuh yang tergolong kedalam kelompok auksin seperti *Indole Acetic Acid* (IAA) berfungsi untuk pertumbuhan tanaman maupun pembentukan anakan serta perpanjangan akar. Kemudian zat pengatur tumbuh yang termasuk golongan sitokinin seperti *Benzyl Amino Purin* (BAP) berperan dalam menstimulasi pembelahan sel,

menginduksi pembentukan tunas dan poliferasi tunas aksilar. Hartati *et al*. (2017), menambahkan bahwa dalam kultur jaringan biasanya ditambahkan hormon eksogen seperti sitokinin dan auksin untuk mendukung kinerja hormon endogen yang telah dihasilkan secara alami oleh tanaman, untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal, diperlukan konsentrasi ZPT yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Salah satu ciri bahwa eksplan pisang merah hidup yaitu memiliki ciri-ciri warna hijau terdapat tunas, daun, dan akar seperti pada Gambar 25, sedangkan tanaman yang mati memiliki ciri-ciri warna coklat, warna coklat kekuningan muncul disebabkan sel tanaman yang akan mati karena bekas luka potongan dan sulitnya untuk tanaman beradaptasi pada media baru yang diberikan. Menurut Sadat *et al*. (2018), pencoklatan salah satunya disebabkan oleh sintesis metabolit sekunder. Sintesis senyawa fenolik yang menutupi permukaan eksplan berasal dari bagian tanaman yang mengalami luka dan apabila keadaan seperti ini berlangsung terus menerus, maka senyawa fenolik akan terakumulasi dalam media menyebabkan terhambatnya penyerapan unsur hara oleh eksplan sehingga menghambat pertumbuhan eksplan khususnya kalus, bahkan pada kultur yang lebih lanjut dapat menyebabkan kematian eksplan.

Gambar 25. Eksplan hidup umur 6 MST

Selain itu penggunaan media dasar MS dengan penambahan BAP dan IAA sangat membantu pertumbuhan tanaman pisang merah karena memiliki unsur hara makro dan mikro serta zat perangsang tumbuh, vitamin yang tinggi di dalamnya sehingga memberikan pengaruh baik bagi pertumbuhan tanaman pisang merah. Menurut Putri *et al*. (2018), media MS merupakan media yang sangat kompleks

terdiri dari unsur hara makro, mikro, vitamin dan asam amino. MS digunakan sebagai media dasar yang mengandung unsur hara esensial, sumber energi, dan vitamin yang dapat menunjang kebutuhan nutrisi bagi pertumbuhan optimal dari tanaman. Zat pengatur tumbuh yang diberikan juga memiliki peranan dalam menyokong pertumbuhan eksplan. Dimana zat pengatur tumbuh dapat merangsang pembelahan sel dan pertumbuhan eksplan, yang dapat ditandai dengan adanya respon dengan munculnya akar. Konsentrasi zat pengatur tumbuh yang diberikan dapat menyokong pertumbuhan dan tidak bersifat mematikan jaringan eksplan.

4.2.9. Persentase *Browning* (%)

Berdasarkan persentase *browning* yang disajikan pada Tabel 11. menunjukan bahwa persentase *browning* pada penelitian ini yaitu 0%. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase *browning* eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase *browning* eksplan pisang merah (%)

Perlakuan	Jumlah eksplan yang diamati	Jumlah eksplan yang mengalami *browning*	Persentase *browning* (%)
B0I0	3	0	0
B0I1	3	0	0
B0I2	3	0	0
B1I0	3	0	0
B1I1	3	0	0
B1I2	3	0	0
B2I0	3	0	0
B2I1	3	0	0
B2I2	3	0	0
Total	**27**	**0**	**0%**

Pemberian konsentrasi BAP dan IAA dapat menekan terjadinya *browning* pada eksplan pisang merah, hal ini diduga eksplan pisang merah yang ditanam mampu beradaptasi dengan media sehingga tidak terjadi *browning* pada eksplan. Hal ini sejalan dengan pendapat Lestari *et al*. (2013), Dalam kultur jaringan sering

dijumpai adanya respon eksplan yang berbeda terhadap formulasi media. Respon tersebut dipengaruhi oleh genotipe, fase fisiologis eksplan dan ditentukan juga oleh jenis, struktur kimia serta konsentrasi zat pengatur tumbuh yang ditambahkan ke dalam media kultur.

Eksplan yang mengalami *browning* ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan yang disebabkan oleh oksidasi senyawa fenolik akibat jaringan eksplan yang dilukai. Menurut Hutami (2008), *browning* disebabkan oleh aktivitas enzim oksidase yang mengandung tembaga seperti polifenol oksidase dan tirosinase yang dilepaskan atau disintesis dan tersedia pada kondisi oksidatif ketika jaringan dilukai, toksisitas fenol kemungkinan disebabkan oleh ikatan reversibel antara hidrogen dan protein. Penghambatan pertumbuhan yang tidak dapat diperbaiki terjadi ketika fenol teroksidasi menjadi senyawa aktif quinon yang tinggi yang kemudian memutar, memolimerase dan mengoksidasi protein menjadi senyawa melanat yang semakin meningkat. Onuoha *et al*. (2011), juga menjelaskan bahwa pada jaringan pisang mengandung komponen enzim-enzim fenolik terutama enzim polifenol oksidase yang secara alami merupakan fito-auksin yang penting pada pisang. Pencoklatan ini pertama terlihat di bagian permukaan bawah eksplan yang kemudian terus meluas sejalan dengan semakin bertambahnya waktu kultur hingga menyebar hampir ke seluruh permukaan eksplan, apabila keadaan ini berlangsung terus menerus, maka akan terakumulasi dalam media sehingga menyebabkan terhambatnya penyerapan unsur-unsur hara oleh eksplan sehingga akan menghambat pertumbuhan eksplan khususnya kalus, bahkan pada kultur yang lebih lanjut dapat menyebabkan kematian eksplan.

Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan terjadinya *browning* pada eksplan adalah dengan cara memindahkan eksplan pada media baru. Menurut Hutami (2008), untuk menghindari pembentukan fenol yang paling umum adalah dengan mentransfer eksplan ke media baru sebelum tanaman mengalami kematian. Sadat *et al*. (2018), juga menjelaskan bahwa beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko *browning* pada eksplan salah satunya adalah pada tahap sterilisasi sebelum eksplan tersebut ditanam dialiri dengan air selama 15 menit dengan tujuan agar senyawa fenolik yang terkandung dalam jaringan eksplan dapat

tereduksi sehingga mampu mengurangi resiko terjadinya masalah *browning* pada saat pertumbuhan eksplan selama dalam botol kultur.

Tidak terjadinya *browning* pada penelitian ini diduga juga karena penambahan asam askorbat atau vitamin C pada media mampu menekan senyawa fenol yang terdapat pada eksplan pisang merah. Hal ini sejalan dengan pendapat Latunra *et al*. (2017), yang menyatakan bahwa penambahan arang aktif dalam media perlakuan dapat menyerap fenol yang dihasilkan oleh eksplan. Selain itu penambahan asam askorbat pada media juga seringkali digunakan sebagai antioksidan yang berfungsi untuk mencegah dan mengurangi terjadinya *browning* pada eksplan.

4.2.10. Persentase Kontaminasi (%)

Salah satu hambatan dalam pelaksanaan teknik *in vitro* adalah adanya kontaminasi mikroorganisme yang dapat menyerang eksplan sehingga menghambat pertumbuhan eksplan. Menurut Sinta *et al*. (2014), apabila eksplan mengalami kontaminasi maka eksplan akan membusuk dan mati, oleh karena itu diperlukan adanya pencegahan terhadap kontaminasi dengan penambahan fungisida, bakterisida, dan antibiotik kedalam media tanam yang dapat mencegah timbulnya kontaminasi.

Tabel 12. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase kontaminasi eksplan pisang merah (%)

Perlakuan	Jumlah eksplan yang diamati	Jumlah eksplan yang mengalami kontaminasi	Persentase kontaminasi (%)
B0I0	3	0	0
B0I1	3	0	0
B0I2	3	0	0
B1I0	3	0	0
B1I1	3	0	0
B1I2	3	0	0
B2I0	3	0	0
B2I1	3	0	0
B2I2	3	0	0
Total	**27**	**0**	**0%**

Persentase kontaminasi yang disajikan pada Tabel 12. menunjukan bahwa persentase kontaminasi pada penelitian ini yaitu 0%. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan selama 6 MST tidak terlihat adanya tanda-tanda kontaminasi dari mikroorganisme baik itu jamur maupun bakteri yang tumbuh pada eksplan dan juga media. Menurut Puspita (2017), kontaminasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yang pertama adalah eksplan. Eksplan merupakan bagian jaringan pada tanaman yang akan dikulturkan pada media tanam aseptik. Pada eksplan inilah banyak sekali mikroorganisme ditemukan, karena eksplan terpapar oleh udara luar dan bersinggungan langsung dengan kondisi non aseptik. Mikroorganisme ini biasa ditemukan pada permukaan dan celah-celah kecil pada lapisan luar. Faktor kedua adalah proses sterilisasi alat, bahan dan ruangan dalam pembuatan media tanam yang mempengaruhi tingkat kontaminasi. Faktor yang ketiga adalah media yang digunakan sebagai media tanam yang dapat menyebabkan tumbuhnya jamur. Ciri-ciri media yang terkontaminasi adalah timbul bercak putih yang lama kelamaan akan diselimuti oleh spora berbentuk kapas berwarna putih hingga kuning kecoklatan yang membentuk gumpalan yang melekat pada media.

Tingkat terjadinya kontaminasi dalam kultur jaringan dapat diminimalisir dengan menggunakan PPM (*Plant Preservative Mixture*), dalam penelitian ini menggunakan PPM yang ditambahkan pada media yang bertujuan menghindari terjadinya kontaminasi oleh mikroorganisme seperti jamur dan bakteri pada media. Dengan penambahan PPM sebanyak 0,5 ml/l pada media mampu mencegah terjadinya kontaminasi pada media. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Mahmoud (2016), bahwa dengan penggunaan 0,5 ml/l PPM yang ditambahkan pada medium kultur dapat mengendalikan kontaminasi tanpa menyebabkan pengurangan dalam efektivitas sistem kultur, sehingga tidak berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan eksplan. Menurut Kusumaningsih (2015), *Plant Preservative Mixture* merupakan biosida berspektrum luas yang digunakan sebagai bahan *preservative* dalam kultur jaringan tanaman.