

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Munculnya Eksplan Pegagan (*Centella asiatica*) Berkalus

Kalus muncul pertama kali diawali dengan melengkungnya eksplan. Eksplan yang tumbuh ditandai dengan munculnya bintik-bintik putih pada satu atau beberapa bagian pada eksplan. Data hasil pengamatan munculnya eksplan dapat dilihat pada Lampiran 4 Tabel 1. Sebelum dilakukan ANAVA, maka dilakukan uji homogenitas dan normalitas. Data munculnya eksplan berkalus normal, namun tidak homogen sehingga dilakukan Transformasi Akar.

Berdasarkan ANAVA, diketahui bahwa perlakuan 2,4-D memberikan pengaruh nyata terhadap munculnya eksplan berkalus, ditandai dengan nilai signifikansi 0,005 ( $P < 0,05$ ). Sedangkan perlakuan air kelapa dan interaksi 2,4-D dengan air kelapa saja tidak memberikan pengaruh nyata terhadap munculnya eksplan berkalus ( $P > 0,05$ ).

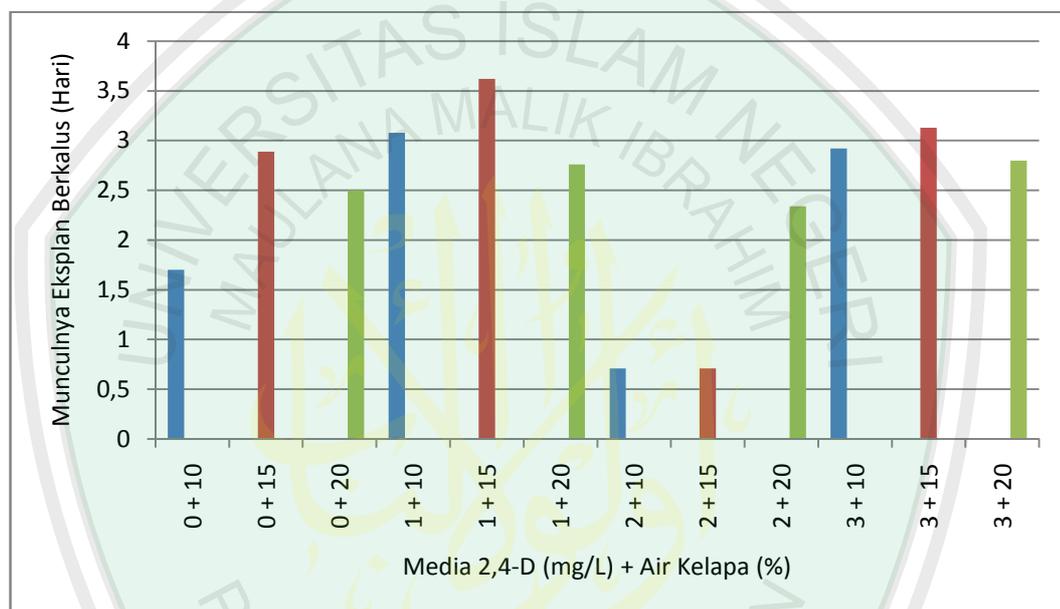
Selanjutnya dilakukan uji lanjut DMRT 5% untuk perlakuan 2,4-D. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Munculnya eksplan pegagan (*C. asiatica*) berkalus pada perlakuan 2,4-D.

Media 2,4-D (mg/L)	Hari Muncul Kalus (HST)
2	1,25 a
0	2,36 b
3	2,95 b
1	3,15 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa media yang disuplementasi dengan 2 mg/L 2,4-D merupakan media yang tepat untuk induksi kalus pegagan dengan cepat yakni 1,25 hari. Perlakuan 2,4-D dengan konsentrasi 0, 1 dan 3 mg/L tidak berbeda nyata dan perlakuan 2 mg/L 2,4-D berbeda nyata dengan perlakuan 0,1 dan 3 mg/L (Tabel 4.1).



Gambar 4.1 Grafik interaksi 2,4-D (mg/L) dengan air kelapa (%) terhadap munculnya eksplan berkalus.

Berdasarkan Gambar 4.1, maka interaksi 0 mg/L 2,4-D dengan 10% air kelapa merupakan interaksi untuk menginduksi kalus dengan cepat yaitu 1,7 hari. Sedangkan interaksi 1 mg/L 2,4-D dengan 15% air kelapa paling lambat dalam menginduksi kalus yaitu 3,62 hari. Kemudian interaksi 2 mg/L 2,4-D dengan 10% air kelapa dan 2 mg/L 2,4-D dengan 15% air kelapa merupakan media yang kalus tidak muncul sama sekali. Namun secara keseluruhan interaksi 2,4-D dengan air kelapa tidak memberikan pengaruh terhadap munculnya eksplan berkalus.

Hari munculnya kalus dipengaruhi oleh konsentrasi zat pengatur tumbuh yang terkandung dalam media. Menurut Frenkel (2008), penggunaan air kelapa tanpa kombinasi dengan 2,4-D tidak selalu dapat menginduksi kalus dengan cepat. Sebab secara umum, pada konsentrasi tertentu, kombinasi auksin dan sitokinin dapat menginduksi pembentukan kalus. Sarkar (2009) menyebutkan, ketika ditambahkan ke dalam media yang mengandung auksin, endosperm cair buah *Cocos nucifera* dapat menginduksi sel tanaman untuk membelah dan tumbuh dengan cepat. Hal ini terlihat pada media kombinasi 1 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa, yakni penggunaan air kelapa yang dikombinasi dengan 2,4-D dapat menginduksi kalus pegagan dengan cepat.

Auksin yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2,4-D dan air kelapa berperan sebagai sitokinin. Dalam penelitian ini, kalus yang tidak muncul dimungkinkan karena suplementasi konsentrasi 2,4-D dan air kelapa dalam media tidak sesuai dan berakibat eksplan tidak tumbuh sempurna atau tidak tumbuh sama sekali. Keadaan ini berlaku pada media 2 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa dan 2 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa, yaitu eksplan tidak tumbuh kalus sama sekali. Namun kalus yang tidak muncul, tidak selalu disebabkan oleh kombinasi media yang digunakan. Pertumbuhan kalus yang terhambat dapat pula disebabkan oleh faktor luar seperti intensitas cahaya dan temperatur ruang inkubator.

Penelitian yang dilakukan oleh Isda (2009) pada pegagan, semua kombinasi perlakuan sitokinin dan auksin (BAP dan IBA) memperlihatkan bahwa eksplan berkembang menjadi kalus atau tidak mengalami pencokelatan (*browning*). Sampai pada minggu kesepuluh, hampir semua eksplan berkembang

dengan baik, semua perlakuan 100% dari eksplan yang ditanam ternyata masih hidup.

#### 4.2 Persentase Kalus Pegagan (*C. asiatica*)

Uji homogenitas dan normalitas menunjukkan data persentase kalus normal, namun tidak homogen sehingga dilakukan Transformasi Arcsin. Data hasil pengamatan persentase kalus lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4 Tabel 2.

Berdasarkan ANAVA, diketahui bahwa perlakuan 2,4-D dan interaksi 2,4-D dengan air kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap persentase kalus, ditandai dengan nilai signifikansi 0,01 dan 0,02 ( $P < 0,05$ ). Sedangkan perlakuan air kelapa dan interaksi 2,4-D dengan air kelapa saja tidak memberikan pengaruh nyata terhadap persentase kalus ( $P > 0,05$ ).

Uji lanjut DMRT 5% dilakukan pada perlakuan 2,4-D. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Persentase kalus pegagan (*C. asiatica*) pada perlakuan media 2,4-D.

Media 2,4-D (mg/L)	Persentase Kalus (%)
2	16,08 a
0	30,00 a
3	57,84 b
1	60,00 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

Hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa media yang disuplementasi dengan 1 mg/L 2,4-D merupakan media untuk mendapatkan persentase kalus tertinggi yakni 60,00%. Namun media yang disuplementasi dengan 3 mg/L 2,4-D

(57,84%) tidak berbeda nyata dengan media yang disuplementasi dengan 1 mg/L 2,4-D. Media yang disuplementasi dengan 0 dan 2 mg/L 2,4-D tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5% (Tabel 4.2).

Interaksi 2,4-D dan air kelapa juga dilakukan uji lanjut DMRT 5%. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Persentase kalus pegagan (*C. asiatica*) pada media kombinasi 2,4-D dan air kelapa.

Media 2,4-D (mg/L) + Air Kelapa (%)	Persentase Kalus (%)
2 + 10	0 a
2 + 15	0 a
0 + 10	11,75 ab
1 + 20	23,51 ab
3 + 15	30,00 ab
0 + 20	35,26 abc
3 + 20	48,25 bcd
0 + 15	48,25 bcd
2 + 20	48,25 bcd
1 + 10	78,25 cd
1 + 15	78,25 cd
3 + 10	90,00 d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

Berdasarkan uji lanjut DMRT 5% pada interaksi 2,4-D dengan air kelapa, maka diketahui bahwa media kombinasi 3 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa merupakan media terbaik untuk mendapatkan persentase kalus pegagan yang tinggi yakni 90% (Tabel 4.3). Namun, media kombinasi 1 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa; 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa; 2 mg/L 2,4-D + 20% air kelapa; 0 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa dan 3 mg/L 2,4-D + 20% air kelapa tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan media kombinasi 3 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa. Hal ini

terlihat pada notasi yang sama di antaranya keenamnya, sehingga keenam media kombinasi tersebut juga merupakan media yang baik untuk mendapatkan persentase kalus yang tinggi. Perlu diketahui bahwa nilai 0 pada media 2 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa dan 2 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa menunjukkan bahwa pada kedua media tersebut tidak muncul kalus sama sekali.

Media yang dapat memunculkan persentase kalus pegangan yang tinggi dimungkinkan karena media tersebut mampu menyuplai kebutuhan nutrisi secara keseluruhan sehingga eksplan dapat berkembang menjadi kalus. Selain itu kombinasi 2,4-D dan air kelapa tepat, sehingga hampir keseluruhan eksplan tumbuh menjadi kalus. Menurut Warnita (2011), tingginya persentase pembentukan kalus dikarenakan zat pengatur tumbuh yang diberikan mendukung untuk pertumbuhan kalus.

Respon persentase kalus terbaik sebesar 100% dihasilkan dari kombinasi auksin dan sitokinin. Penelitian ini dilakukan oleh Bibi (2011), yakni menggunakan kombinasi NAA dan BA. Kombinasi 2,68  $\mu$ M NAA + 2,21  $\mu$ M BA menghasilkan 100% kalus.

### **4.3 Berat Basah Kalus**

Pengamatan kuantitatif berat basah kalus dilakukan dengan menimbang kalus. Kalus ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan cara destruktif, artinya mengambil kalus dari media dan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Masing-masing kalus dari setiap media dan ulangan ditimbang, pengecualian untuk media yang tidak muncul kalus tidak ditimbang.

Data berat basah kalus normal, namun tidak homogen berdasarkan uji homogenitas dan normalitas. Sehingga dilakukan Transformasi Akar. Data hasil pengamatan berat basah kalus lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4 Tabel 3.

Perlakuan 2,4-D, air kelapa dan interaksi 2,4-D dan air kelapa memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah kalus berdasarkan ANAVA. Ketiga perlakuan tersebut menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ( $P < 0,05$ ).

Uji lanjut DMRT 5% dilakukan pada ketiga perlakuan, yakni 2,4-D, air kelapa dan interaksi 2,4-D dan air kelapa. Hasil uji DMRT 5% untuk perlakuan 2,4-D dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Berat basah kalus pegagan (*C. asiatica*) pada perlakuan media 2,4-D

Media 2,4-D (mg/L)	Berat Basah Kalus (gr)
2	0,71 a
0	0,72 a
3	0,74 b
1	0,75 c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

Berdasarkan Tabel 4.4 maka dapat diketahui bahwa media yang disuplementasi dengan 1 mg/L 2,4-D merupakan media terbaik untuk mendapatkan berat basah kalus yang tinggi yakni 0,75 gr. Hal ini ditandai dengan notasi yang berbeda dibandingkan dengan tiga konsentrasi 2,4-D yang lain.

Selanjutnya uji lanjut DMRT 5% yang dilakukan pada perlakuan air kelapa menunjukkan hasil pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Berat basah kalus pegagan (*C. asiatica*) pada perlakuan air kelapa

Media Air Kelapa (%)	Berat Basah Kalus (gr)
15	0,71 a
20	0,72 b
10	0,75 c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

Ketiga perlakuan air kelapa yakni 10%, 15% dan 20% memiliki notasi yang berbeda sehingga ketiganya berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5% (Tabel 4.5.). Selain itu, dapat diketahui bahwa media yang disuplementasi dengan 10% air kelapa merupakan media terbaik untuk mendapatkan berat basah kalus tertinggi yakni 0,75 gr.

Interaksi 2,4-D dan air kelapa juga dilakukan uji DMRT 5%, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Berat basah kalus pegagan (*C. asiatica*) pada media kombinasi 2,4-D dan air kelapa.

Media 2,4-D (mg/L) + Air Kelapa (%)	Berat Basah Kalus (gr)
2 + 10	0,71 a
2 + 15	0,71 a
0 + 10	0,71 a
1 + 20	0,72 a
2 + 20	0,72 a
1 + 15	0,72 a
0 + 15	0,72 a
3 + 15	0,72 a
0 + 20	0,72 a
3 + 20	0,74 b
3 + 10	0,75 b
1 + 10	0,81 c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT  $\alpha$  0,05.

Berdasarkan Tabel 4.6, maka media yang terbaik untuk mendapatkan berat basah kalus tertinggi adalah media dengan 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa dengan berat 0,81 gr. Notasi media 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa berbeda nyata dibandingkan media yang lain.

Berat basah kalus ini dipengaruhi oleh suplementasi zat pengatur tumbuh yang terkandung dalam media. Menurut Nurwahyuni (2006), pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh ke dalam media kultur mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan kalus. Pemberian zat pengatur tumbuh sangat nyata berpengaruh terhadap induksi dan kecepatan perkembangan kalus. Dijelaskan oleh Rahayu (2003), berat basah yang dihasilkan sangat tergantung pada kecepatan sel-sel membelah diri, memperbanyak diri dan dilanjutkan dengan membesarnya kalus. Zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin yang diberikan pada perbandingan yang tepat dapat menginisiasi pembelahan sel dan meningkatkan pertumbuhan sel.

#### **4.4 Morfologi Kalus**

Indikator pertumbuhan eksplan pada kultur *in vitro* berupa warna dan tekstur kalus. Warna dan tekstur kalus menggambarkan penampilan visual kalus sehingga dapat diketahui kalus yang masih memiliki sel-sel yang aktif membelah atau telah mati. Gambar hasil pengamatan morfologi kalus dapat dilihat pada Lampiran 4 Tabel 4.

##### **4.4.1 Warna kalus**

Warna kalus pegagan (*C. asiatica*) yang ditunjukkan dalam penelitian ini bervariasi. Selain bervariasi, beberapa kalus mengalami perubahan warna dari

pertama muncul kalus sampai pengamatan empat minggu. Indah (2013) menyatakan bahwa jaringan kalus yang dihasilkan dari suatu eksplan biasanya memunculkan warna kalus yang berbeda-beda.

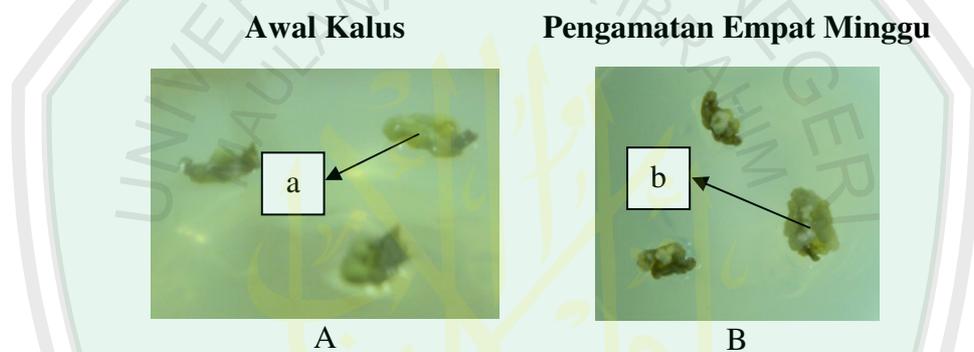
Tabel 4.7 Warna kalus pegagan (*C. asiatica*) pada media kombinasi 2,4-D dan air kelapa.

Media 2,4-D (mg/L) + Air Kelapa (%)	Warna Kalus
0 + 10	Hijau kecokelatan
0 + 15	Putih kekuningan
0 + 20	Hijau kecokelatan
1 + 10	Kekuningan
1 + 15	Putih kehijauan
1 + 20	Kuning kehijauan
2 + 10	-
2 + 15	-
2 + 20	Putih kekuningan
3 + 10	Putih kekuningan
3 + 15	Hijau kecokelatan
3 + 20	Putih kekuningan

Menurut Jha (2005), kultur kalus bermanfaat dalam berbagai tujuan, di antaranya adalah membantu produksi metabolit sekunder tanaman dan membantu dalam sintesis komponen awal yang berikutnya dimodifikasi untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Kalus yang digunakan sebagai bahan untuk sintesis metabolit sekunder adalah kalus yang berwarna putih kekuningan.

Berdasarkan Tabel 4.7, maka dapat diketahui bahwa empat media kombinasi menghasilkan warna kalus putih kekuningan. Keempat media ini antara lain 0 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa; 2 mg/L 2,4-D + 20% air kelapa; 3 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa; dan 3 mg/L 2,4-D + 20% air kelapa.

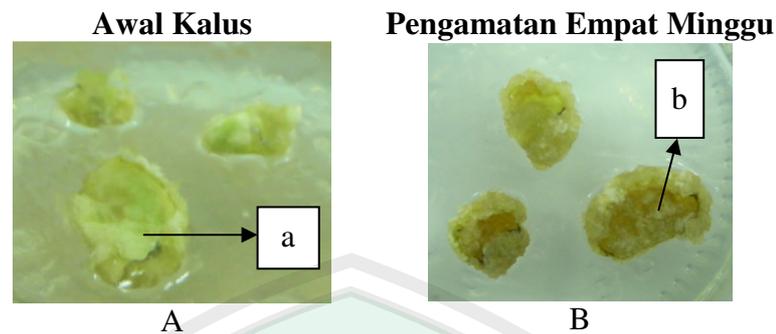
Kalus yang berwarna putih kekuningan dalam penelitian ini salah satunya terdapat pada media 0 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa (Gambar 4.2). Awal pembentukan kalus terlihat bahwa eksplan berwarna hijau (Gambar 4.2.A) dan empat minggu kalus berwarna putih kekuningan (tanda panah Gambar 4.2.B). Gambar yang ditunjukkan hanya gambar yang mewakili kalus yang dapat digunakan dalam produksi metabolit sekunder, yaitu putih kekuningan dan kekuningan.



Gambar 4.2 Warna kalus pada media 0 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa (a: hijau, b: putih kekuningan).

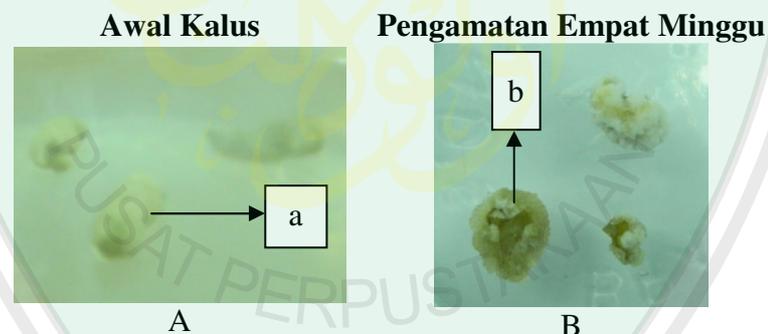
Tidak seperti warna kalus pada media 0 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa yang putih kekuningan, warna kalus pada media 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa tidak berwarna kekuningan (Gambar 4.3).

Pembentukan awal kalus pada media 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa berwarna putih (Gambar 4.3.A). Kemudian pada pengamatan empat minggu warna kalus berubah menjadi kekuningan (tanda panah Gambar 4.3.B).



Gambar 4.3 Warna kalus pada media 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa (a: putih, b: kekuningan).

Warna kalus yang ditunjukkan pada media 3 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa adalah putih kekuningan (Gambar 4.4). Pembentukan awal kalus ditandai dengan eksplan berubah menjadi keputihan (Gambar 4.4.A). Selanjutnya pada pengamatan empat minggu warna kalus berubah menjadi putih kekuningan (Gambar 4.4.B).



Gambar 4.4 Warna kalus pada media 3 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa (a: keputihan, b: putih kekuningan).

Perbedaan warna kalus ini disebabkan oleh perbedaan zat yang dikandung oleh kalus. Menurut Robbiani (2010), kalus yang berwarna putih tidak mengandung kloroplas, tetapi mengandung plastid yang berisi butir pati yang sedikit-demi sedikit tumbuh menjadi sistem membran yang jelas yang akhirnya terbentuklah butir-butir klorofil dengan paparan cahaya, sehingga kalus menjadi

berwarna hijau. Sedangkan pencokelatan adalah peristiwa alamiah, yang merupakan suatu proses perubahan adaptif bagian tanaman akibat adanya pengaruh seperti respon dari bekas perlukaan pada eksplan dan juga merupakan tahapan awal perubahan warna kalus menjadi putih kehijauan. Perubahan warna juga karena adanya sintesis senyawa fenolik akibat adanya cekaman berupa perlukaan pada jaringan. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Verpoorte et al. (1993), bahwa terjadinya pencokelatan pada jaringan adalah karena aksi polifenol oksidase yang disintesis akibat dari oksidasi jaringan ketika terluka. Selain itu warna coklat ini berarti terdapat proses degradasi klorofil karena tidak ada penambahan Kinetin dan konsentrasi Kinetin yang rendah, di mana Kinetin berperan dalam pembentukan klorofil, sehingga menyebabkan warna hijau tidak muncul.

#### **4.4.2 Tekstur kalus**

Tekstur kalus merupakan salah satu penanda yang dipergunakan untuk menilai pertumbuhan suatu kalus. Kalus yang baik untuk digunakan sebagai bahan penghasil metabolit sekunder yaitu memiliki tekstur kompak (*non friable*). Tekstur kalus yang kompak dianggap baik karena dapat mengakumulasi metabolit sekunder lebih banyak (Indah, 2013).

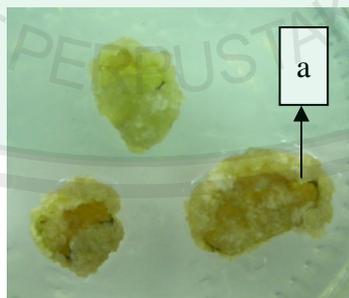
Pengamatan tekstur kalus pegagan (*C. asiatica*) ini dilakukan pada pengamatan terakhir, yaitu pada minggu keempat setelah tanam. Hasil pengamatan tekstur kalus dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tekstur kalus pegagan (*C. asiatica*) pada media kombinasi 2,4-D dan air kelapa.

Media 2,4-D (mg/L) + Air Kelapa (%)	Tekstur Kalus
0 + 10	Kompak
0 + 15	Kompak
0 + 20	Kompak
1 + 10	Kompak
1 + 15	Kompak
1 + 20	Kompak
2 + 10	-
2 + 15	-
2 + 20	Kompak
3 + 10	Intermediet
3 + 15	Kompak
3 + 20	Remah

Berdasarkan hasil pengamatan yang dapat dilihat pada Tabel 4.8, sebagian besar kalus yang terbentuk adalah kompak. Selain kompak kalus yang terbentuk berupa kalus intermediet dan remah.

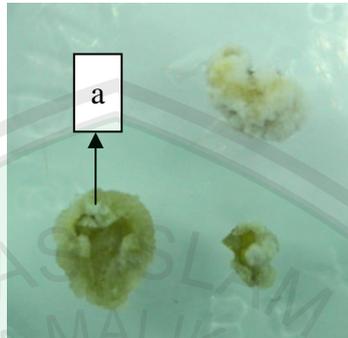
Sebagai contoh, media dengan konsentrasi 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa dihasilkan kalus bertekstur kompak (Gambar 4.5). Pada media ini kalus terlihat padat dan keras.



Gambar 4.5 Tekstur kalus kompak (a) pada media 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa.

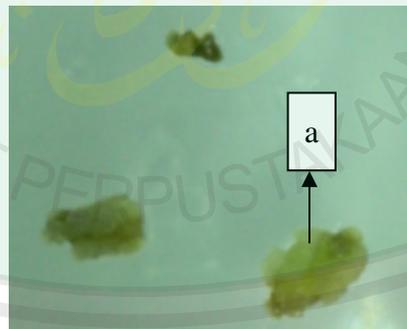
Media dengan konsentrasi 3 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa menghasilkan kalus bertekstur intermediet. Kalus dengan tekstur intermediet ditandai dengan

sebagian kompak dan sebagian lagi remah. Perpaduan antara tekstur kalus yang padat dan remah menghasilkan kalus intermediet seperti terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tekstur kalus intermediet (a) pada media 3 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa.

Pada penelitian ini juga menghasilkan kalus dengan tekstur remah (*friable*), yakni pada media konsentrasi 3 mg/L 2,4-D + 20 % air kelapa. Tekstur kalus remah terlihat tidak padat dan dapat dipisah-pisahkan dengan mudah (Gambar 4.7).



Gambar 4.7 Tekstur kalus remah (a) pada media 3 mg/L 2,4-D + 20% air kelapa.

Tekstur kalus yang berbeda disebabkan oleh kombinasi zat pengatur tumbuh yang digunakan. Secara umum, kombinasi auksin dan sitokinin yang seimbang akan menghasilkan kalus (George, 2008). Namun respon kombinasi auksin dan sitokinin akan berbeda untuk setiap spesies. Penelitian yang dilakukan

oleh Bibi (2011) pada pegagan menghasilkan kalus dengan tekstur remah dan berwarna hijau terang dalam media yang mengandung  $5,37\mu\text{M}$  NAA +  $2,21\mu\text{M}$  BA. Selain itu, kalus bertekstur kompak dan berwarna hijau dihasilkan pada media yang mengandung  $5,37\mu\text{M}$  NAA +  $4,42\mu\text{M}$  BA.

#### 4.5 Integrasi Sains dan Al-Qur'an

Media yang disuplementasi dengan 2 mg/L 2,4-D merupakan media yang tepat untuk menginduksi kalus pegagan dengan cepat secara statistik yakni 1,25 hari. Sedangkan media yang tepat untuk mendapatkan persentase kalus tertinggi adalah media interaksi 3 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa yakni 90%. Kemudian untuk berat basah kalus tertinggi terdapat pada media interaksi 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa yakni 0,81 gr.

Selain berupa data kuantitatif di atas, data kualitatif berupa warna dan tekstur kalus. Warna kalus yang baik untuk digunakan untuk produksi metabolit sekunder adalah warna kalus putih kekuningan yang terdapat pada media 0 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa (Gambar 4.2). Sedangkan tekstur kalus yang tepat untuk produksi metabolit sekunder adalah kalus kompak karena diasumsikan bahwa akumulasi metabolit sekunder lebih banyak terdapat pada kalus kompak dibandingkan kalus remah.

Perbedaan keadaan kalus ini dikarenakan penggunaan media dengan konsentrasi berbeda-beda. Menurut Frenkel (2008), media kultur berperan penting dalam perkembangan kalus. Hal ini sesuai dengan firman Allah Surat Al-A'raaf ayat 58 berikut ini:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ تَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ ۗ وَالَّذِي خَبثَ لَا تَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا ۚ كَذَلِكَ

نُصِرْفُ الْأَيْتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya: “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.” (Al-A’raaf: 58).

Ayat di atas menunjukkan bahwa tanah yang baik dapat menghasilkan tumbuhan baik yang tumbuh dengan cepat. Sedangkan tanah yang kurang baik, tumbuhan mungkin tumbuh dengan tidak sempurna. Keadaan yang tidak baik bahkan dapat mematikan tumbuhan atau tumbuhan tidak dapat tumbuh sama sekali. Namun untuk beberapa tumbuhan tertentu mampu hidup dan bertahan pada kondisi kritis.

Sama halnya tanah pada ayat di atas, media kultur sebagai tempat hidup eksplan mengandung beberapa zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh yang tidak sesuai berakibat eksplan tidak tumbuh sempurna atau tidak tumbuh sama sekali. Keadaan ini berlaku pada media 2 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa dan 2 mg/L 2,4-D + 15% air kelapa, yaitu eksplan tidak tumbuh kalus sama sekali. Namun pertumbuhan kalus tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi zat pengatur tumbuh dalam media, namun juga lingkungan tumbuh, misalnya temperatur dan intensitas cahaya ruang inkubator.

Selain terhadap pertumbuhan, media juga berpengaruh terhadap perkembangan kalus. Media yang mengandung zat pengatur tumbuh berpengaruh terhadap berat basah kalus. Konsentrasi zat pengatur tumbuh ini sangat besar

pengaruhnya terhadap berat basah kalus pegagan. Konsentrasi yang tepat seperti media 1 mg/L 2,4-D + 10% air kelapa akan menghasilkan nilai berat basah kalus yang besar. Allah menciptakan segala sesuatu berdasarkan ukuran tertentu. Ukuran di sini adalah konsentrasi zat pengatur tumbuh yang digunakan untuk menginduksi kalus pegagan.

Firman Allah:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.*” (Al-Qamar: 49).

Dalam firman yang lain, Allah menyebutkan:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ  
وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya: “*Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya.*” (Al-Furqan: 2).

Maksudnya ayat di atas adalah segala sesuatu yang dijadikan oleh Allah diberi-Nya perlengkapan-perengkapan dan persiapan-persiapan, sesuai dengan naluri, sifat-sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup.

Pertumbuhan dan perkembangan kalus pegagan ditandai dengan bertambahnya berat basah kalus. Sel-sel terus melakukan pembelahan sehingga berat basah kalus bertambah. Selain terus membelah, sel-sel dapat berubah warna menjadi putih, kekuningan maupun kecokelatan. Ini adalah tanda bahwa sel-sel

kalus terus tumbuh. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT. dalam Surat Al-An'am ayat 99 berikut ini:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا حُجْرًا مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: "Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman." (Al-Anam: 99).

Ayat tentang tumbuh-tumbuhan ini menerangkan proses penciptaan buah yang tumbuh dan berkembang melalui beberapa fase, hingga sampai pada fase kematangan. Pada saat mencapai fase kematangan itu, suatu jenis buah mengandung komposisi zat gula, minyak, protein, berbagai zat karbohidrat dan zat tepung. Semua itu terbentuk atas bantuan cahaya matahari yang masuk melalui klorofil yang pada umumnya terdapat pada bagian pohon yang berwarna hijau, terutama pada daun. Daun itu ibarat pabrik yang mengolah komposisi zat-zat tadi untuk didistribusikan ke bagian-bagian pohon yang lain, termasuk biji dan buah (Shihab, 2011).

Manusia patut bersyukur pada Allah SWT. karena telah menciptakan suatu zat hijau daun (klorofil) di dalam jaringan daun. Lewat klorofil inilah energi matahari ini diubah menjadi energi kimia. Proses ini disebut fotosintesis. Energi kimia yang dihasilkan disimpan dengan baik, dapat berupa karbohidrat dan zat lain yang dimanfaatkan oleh manusia.

Selain itu, manusia patut bersyukur kepada Allah SWT. karena Dia-lah yang merubah sesuatu setelah manusia berubah terlebih dahulu. Firman Allah:

... إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ۗ ... ﴿١١﴾

Artinya : *“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”* (Ar-Ra’du: 11).

Allah menumbuhkan dan mengembangkan eksplan pegagan menjadi kalus meskipun bukan pada media tanah, melainkan pada media yang telah dimodifikasi (dirubah) oleh manusia. *Subhaanallah*, Maha Suci Allah.