

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Alfalfa (*Medicago sativa* L)**

##### **2.1.1 Deskripsi Tanaman**

Nama alfalfa berasal dari bahasa Arab yang artinya bapak dari segala tanaman, bahkan disebut juga "Ratu Hijauan (*The Queen of Forage Crops*)" LACEFIELD *et al.*, 2011 dalam Sajimin, 2011). Tanaman tersebut merupakan tanaman hutan liar yang tertua dan tumbuh di pegunungan Mediterania di sebelah barat daya Asia. Tumbuhan ini diperkenalkan ke Eropa dari Asia oleh bangsa Persia pada perkiraan tahun 490 SM. Alfalfa adalah tanaman asli daerah subtropis yang kemudian dikembangkan dan dibudidayakan di Amerika Serikat, Jepang, Australia, dan Korea untuk memenuhi kebutuhan hijauan pakan ternak. Sejarah tertua mengenai tanaman ini berasal dari sisa-sisa alfalfa berusia 6000 tahun telah ditemukan di Iran. Tulisan tertua mengenai alfalfa diperkirakan ada sejak tahun 1300 SM dan ditemukan di negara Turki. Sebagai pakan ternak, alfalfa memiliki kandungan protein, vitamin, dan mineral yang tinggi (Sajimin, 2011).

Tanaman Alfalfa di Indonesia pertama dibudidayakan tahun 2003 di Boyolali hingga menyebar ke BPTU-Baturraden tahun 2004 sampai 2005. Kemudian, tahun 2007 di Ciawi mulai mengembangkan sebagai koleksi tanaman pakan ternak. Penanaman alfalfa di lokasi pengembangan menggunakan bahan tanam dari biji impor. Namun sampai saat ini alfalfa di Indonesia belum menghasilkan biji. Akibatnya tanaman Alfalfa tidak berkembang karena

keterbatasan bibit (Nugroho, 2008 komunikasi pribadi; Marsudi, 2009 komunikasi pribadi *dalam* Sajimin, 2011).

### 2.2.2 Morfologi dan Klasifikasi Alfafa

Alfafa (*Medicago sativa* L.) termasuk tanaman leguminosa perenial yang berkembang secara luas sebagai pakan ternak. Pertumbuhan akar yang dalam dapat mencapai 4,5 meter sehingga tanaman tangguh menghadapi musim kering atau kekeringan yang panjang (Sajimin, 2011).

Alfafa adalah tanaman tahunan berupa herba berakar yang bercabang dan membentuk rhizome, membutuhkan sinar matahari dan kadar kapur yang cukup, tahan temperatur tinggi tetapi tidak tahan kelembapan tinggi dan pengembalan berat (Al-Neem, 2008). Menurut Rodovic (2009), alfalfa memerlukan drainase baik, pH 6,5 atau lebih, dengan kesuburan tanah yang baik. Alfalfa dapat beradaptasi pada daerah kering dengan curah hujan 200 mm/tahun atau daerah basah 2500 mm/tahun. Batang tanaman tumbuh mendatar, berkayu di bagian dasar, cabang-cabang dan menanjak sampai tegak setinggi 30-120 cm. Daun satu tangkai (*petiol*) berdaun tiga (*trifoliat*), panjang 5-15 mm, berbulu pada permukaan bawah, tangkai daun berbulu, bunga berbentuk tandan yang rapat berisi 10-35 bunga, mahkota bunga berwarna ungu atau biru jarang yang berwarna putih (Mannetje dan Jones, 2000)

Menurut Hoy (2002), alfalfa termasuk tanaman leguminosa yang biasa tumbuh di daerah temperate (sedang) dengan tinggi tanaman mencapai 60-100 cm. Alfafa mampu tumbuh kurang lebih selama 8-10 tahun tergantung kondisi iklim dan lingkungan pertumbuhan tanaman.

Klasifikasi tanaman Alfalfa menurut USDA (2011):

Kingdom : Plantae  
 Divisi : Magnoliophyta  
 Kelas : Gymnospermae  
 Ordo : Fabales  
 Famili : Fabaceae  
 Genus : *Medicago*  
 Spesies : *Medicago sativa* L.



Gambar. A

Gambar. B

Keterangan :

A. Bunga tanaman Alfalfa (*M. sativa* L.)

B. Tanaman Alfalfa (*M. Sativa* L.)

**Gambar 2.1** Tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L.) (Sajimin, 2011)

### 2.2.3 Kandungan Alfalfa

Alfalfa dikenal sebagai salah satu tumbuhan dengan kandungan gizi sangat tinggi. Kandungan kalsium, klorofil, karoten, dan vitamin K yang cukup tinggi, menjadikan alfalfa sebagai salah satu suplemen yang sering dikonsumsi manusia. Seluruh bagian tanaman ini mengandung komponen yang bersifat fungsional bagi tubuh, seperti saponin, sterol, flavonoid, kumarin, alkaloid, vitamin, asam amino, gula, protein, mineral, dan komponen gizi lainnya. Selain itu juga mengandung serat (*dietary fiber*) dalam jumlah cukup banyak dan dapat berfungsi sebagai antikolesterol (Astawan, 2008 dalam Parman dan Harnina, 2008). Salah satu komponen paling dominan adalah saponin yang banyak

ditemukan pada bagian daun Alfalfa yang mencapai 2-3 persen (Parman dan Harnina, 2008).

Keunggulan lain dari daun Alfalfa yaitu memiliki kandungan vitamin dan mineral cukup tinggi. Vitamin yang terkandung dalam alfalfa adalah vitamin A, thiamin (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2), niasin (vitamin B3), vitamin B5, vitamin B6, vitamin C, vitamin K, dan asam folat. Dan mineral unggulan, yakni kalsium, besi, magnesium, fosfor, tembaga, dan seng. Kandungan gizi tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.1** Kandungan Gizi dalam Satu Tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Zat Gizi	Kadar
Energi	23 kal
Karbohidrat Total	2,1 gr
Serat Pangan	2,9 gr
Lemak Total	0,7 gr
Protein	4,0 gr
Vitamin A	155 IU
Vitamin C	8,2 mg
Vitamin K	30,5 mg
Asam Folat	36 kg

Sumber : Astawan (2008) dalam Parman dan Harnina (2008)

#### 2.2.4 Khasiat Penggunaan

Tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L.) termasuk golongan famili *Leguminosae* atau familia *fabaceae* dan ditandai dengan adanya bintil-bintil akar akibat asosiasi dengan bakteri *Rhizobium* sp. sehingga mampu memfiksasi nitrogen atmosfer secara efektif (Parman, 2007). Hasil penelitian di luar negeri telah berhasil membuktikan berbagai zat yang terkandung di dalam tanaman Alfalfa tersebut. Kandungan protein yang tinggi dan klorofil yang tinggi, sampai empat kali lipat dibandingkan dengan tanaman sayuran yang lain, sehingga sangat bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan manusia dan hewan ternak. Daun

tanaman Alfalfa banyak mengandung saponin, coumetrol, vitamin, mineral, dan antioksidan. Kandungan protein dan serat yang tinggi sangat cocok digunakan sebagai hijauan bagi ternak sapi atau ruminansia, bahkan baik juga bagi manusia (Layla, 2005 *dalam* Parman dan Harnina, 2007).

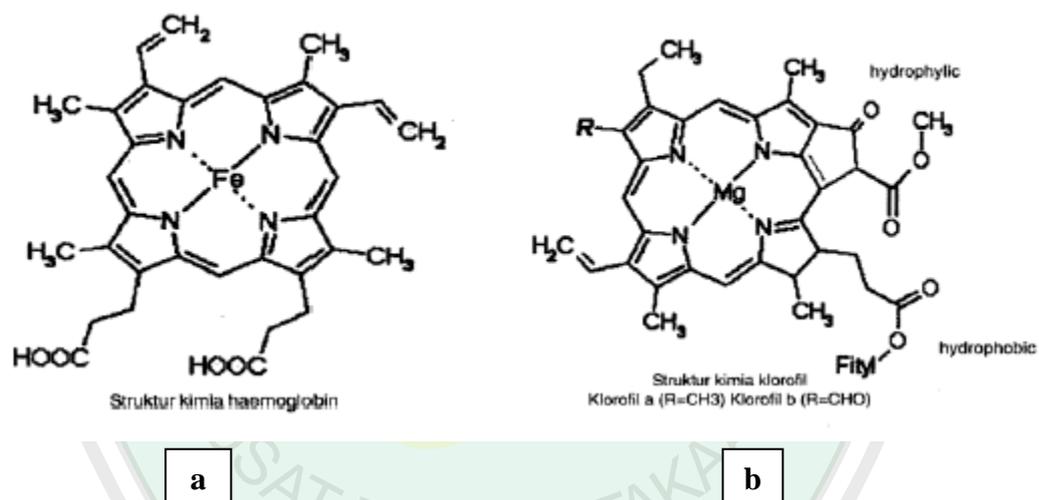
Stochmal (2001) *dalam* Parman (2007) menyatakan bahwa tanaman Alfalfa mengandung sembilan macam flavonoid, apigenin, luteolin glycosides, dan adenosin. Salah satu pemanfaatan alfalfa di antaranya tanaman ini dapat dibuat sebagai minuman suplemen dengan nama *Liquid Chlorophyll*, soft capsul, minuman penyegar yang diproduksi oleh beberapa pabrik farmasi yang cukup terkenal. Menurut Parman dan Harnina (2008), dalam perkembangannya, alfalfa yang ditanam pada daerah tropis pada masa depan banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan obat, suplemen makanan, dan minuman yang tentunya dikonsumsi baik langsung maupun tidak langsung.

### **2.2.5 Klorofil Alfalfa**

Klorofil adalah zat warna hijau alami yang umumnya terdapat dalam daun sehingga sering juga disebut sebagai zat hijau daun. Kata klorofil tersebut diambil dari bahasa Yunani, *chloros* yang berarti hijau dan *phylon* yang berarti daun. Klorofil sangat berperan dalam proses fotosintesis pada tanaman. Klorofil bekerja dengan menyerap dan menggunakan energi cahaya matahari untuk menghasilkan oksigen dan karbohidrat yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan hewan. Beberapa alga dan tanaman dikenal sangat kaya klorofil, seperti Chlorella, Spirulina, Alfalfa, rumput gandum, bayam, katuk, suji dan cincau (Limantara, 2009).

Menurut Rahmayanti dan Sitanggang (2008), kehebatan Alfalfa terletak pada kandungan klorofilnya yang tinggi. Pada tahun 1915 dan 1930, Dr. Richard

Willstatter dan Dr. Hans Fisher telah mendapat hadiah Nobel karena berhasil menemukan molekul klorofil yang memiliki kesamaan struktur dengan hemoglobin, yaitu pigmen merah dalam darah manusia. Namun, yang membedakan keduanya adalah pusat logamnya, di mana pusat logam klorofil adalah magnesium, sedangkan pusat logam hemoglobin adalah besi. Selain itu, struktur klorofil juga ternyata menyerupai kobalamin atau vitamin B12. Kemiripan struktur ini menyebabkan molekul klorofil mudah diterima dalam jaringan tubuh secara alamiah (Limantara, 2009).



**Gambar 2.2** Struktur kimia (a) hemoglobin dan (b) klorofil (Rahmayanti dan Sitanggang, 2008)

Struktur klorofil terdiri dari dua bagian, yaitu cincin kompleks porfirin dan fitol (Limantara, 2009a). Porfirin merupakan senyawa siklik yang dibentuk melalui penggabungan 4 cincin pirol dan sifat-sifat fotodinamik pada porfirin dapat digunakan pada pengobatan tipe kanker tertentu (Murray *et al.*, 2003), sedangkan fitol adalah suatu jenis alkohol yang bersifat hidrofobik, menyebabkan molekul ini efektif mengikat lemak dan mengeluarkannya melalui sistem ekskresi.

Hal ini dapat menyebabkan penurunan kadar timbunan lemak dalam darah sekaligus dapat mencegah penyumbatan pembuluh darah (Limantara, 2009b).

Pada klorofil juga terdapat saponin yang merupakan fito-kimia, yang tercatat dapat mengikat dan mencegah penyerapan kolesterol. Saponin berikatan dengan asam empedu, di mana asam empedu mempunyai peran sebagai transpor bagi kolesterol bebas dan molekul fosfolipid yang sudah dicerna (Rahmayanti dan Sitanggang, 2008).

## **2.2 Kultur Jaringan**

### **2.2.1 Pengertian Kultur Jaringan**

Kultur jaringan adalah teknik perbanyakan tanaman dengan cara memperbanyak jaringan mikro tanaman yang ditumbuhkan secara *in vitro* menjadi tanaman yang sempurna dalam jumlah yang tidak terbatas. Yang menjadi dasar kultur jaringan adalah *totipotensi* sel, yaitu bahwa setiap sel organ tanaman mampu tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila ditempatkan di lingkungan yang sesuai (Yuliarti, 2010). Menurut Azriati, dkk (2010), kultur jaringan adalah suatu metode untuk mengisolasi potongan jaringan tanaman dari kondisi alami pada media nutrisi dalam kondisi aseptik, di mana potongan jaringan yang diambil mampu mengadakan perbesaran, perpanjangan, dan pembelahan sel serta membentuk suatu massa sel yang belum terdiferensiasi yang disebut kalus serta membentuk tunas, akar, atau tanaman lengkap (*planlet*).

Usaha pengembangan tanaman dengan kultur jaringan merupakan usaha perbanyakan tanaman secara vegetatif yang dapat dikatakan masih baru. Namun,

saat ini sudah banyak sekali penemuan-penemuan tentang ilmu pengetahuan kultur jaringan dalam bidang pertanian, biologi, farmasi, kedokteran, dan sebagainya. Di bidang farmasi, teknik kultur jaringan sangat menguntungkan karena dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder untuk keperluan obat-obatan dalam jumlah yang besar dan dalam waktu yang singkat (Daisy, 2012).

Keuntungan perbanyak tanaman dengan menggunakan teknik kultur jaringan adalah: (1) waktu perbanyak lebih cepat; (2) jumlah benih yang dihasilkan tidak terbatas; (3) jumlah eksplan yang digunakan sedikit; (4) bebas hama dan penyakit; (5) memerlukan lahan sempit; (6) genotip sama dengan induknya (Surachman, 2011). Beberapa keuntungan dari penggunaan teknik kultur jaringan adalah untuk produksi senyawa metabolit sekunder antara lain: tidak tergantung musim, sistem produksi dapat diatur sesuai kebutuhan, lebih konsisten, dan mengurangi penggunaan lahan (Sutini, 2008). Ratnasari (2011) menyatakan bahwa kualitas produk senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan dengan teknik kultur jaringan lebih konsisten dan dapat dihasilkan terus menerus, serta metabolit sekunder yang dihasilkan mudah untuk dimurnikan.

### **2.2.2 Prinsip Kultur Jaringan**

Beberapa prinsip dasar yang harus diperhatikan dalam melaksanakan teknik kultur jaringan, yaitu (Yusnita, 2003):

- a. Mengetahui totipotensi sel yang dikemukakan oleh Schleiden dan Scwann yaitu sel mempunyai kemampuan *outonom*, bahkan mempunyai kemampuan totipotensi. Totipotensi adalah kemampuan setiap sel, yang diambil dari suatu

tempat dan apabila diletakkan pada tempat yang lain dapat tumbuh menjadi tanaman yang sempurna.

- b. Memahami konsep Skoog dan Miller yang menyatakan bahwa regenerasi tunas dan akar *in vitro* dikontrol secara hormonal oleh Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) sitokinin dan auksin. *Organogenesis* adalah proses terbentuknya organ seperti tunas atau akar baik secara langsung dari permukaan eksplan atau secara tidak langsung melalui pembentukan kalus terlebih dahulu.
- c. Memahami sifat kompeten, diferensiasi dan determinasi di mana suatu sel akan dikatakan kompeten apabila sel atau jaringan tersebut mampu memberikan tanggapan terhadap signal lingkungan atau signal secara kultur jaringan.
- d. Memahami tata cara perbanyak tanaman secara kultur jaringan.

### 2.2.3 Teknik Kultur Jaringan

Yusnita (2003) menyatakan bahwa dalam tahapan-tahapan dalam kultur jaringan meliputi: pemilihan dan penyiapan tanaman induk sumber eksplan, inisiasi kultur, persiapan media, isolasi bahan tanam (eksplan), sterilisasi eksplan, inisiasi eksplan, aklimatisasi, dan usaha pemindahan tanaman hasil kultur jaringan ke lapang. Semua tahapan dalam kultur jaringan harus dilakukan dengan teliti dan seruis, karena setiap tahapan tersebut memerlukan penanganan tersendiri dengan dasar pengetahuan tersendiri.

Teknik kultur jaringan akan berhasil dengan baik apabila syarat yang diperlukan telah terpenuhi dengan baik. Syarat-syarat tersebut meliputi pemilihan eksplan sebagai bahan dasar untuk pembentukan kalus, penggunaan medium yang

sesuai, keadaan yang aseptik dan pengaturan udara yang baik. Untuk eksplan tanaman yang baik digunakan adalah bagian tanaman yang masih muda yaitu bagian meristemnya (Harahap, 2005).

Menurut Hendrayono dan Wijayanti (1994), terdapat beberapa teknik kultur jaringan tanaman, yaitu:

- a. Kultur meristem yaitu budidaya jaringan dengan menggunakan eksplan dari jaringan tanaman yang masih muda.
- b. Kultur anthera yaitu budidaya jaringan dengan menggunakan serbuk sari dari tanaman tersebut.
- c. Kultur embrio yaitu memisahkan embrio tanaman yang belum dewasa dan menumbuhkannya secara kultur jaringan untuk mendapatkan tanaman yang viabel.
- d. Kultur protoplasma yaitu budidaya jaringan dengan menggunakan eksplan dari protoplasma. Di mana protoplasma adalah sel hidup yang telah dihilangkan selnya.

Teknik kultur jaringan ini memiliki beberapa keuntungan apabila dibandingkan dengan teknik yang lain. Adapun keuntungannya, yaitu diperolehnya bibit yang seragam dalam jumlah besar dan memiliki sifat sama persis dengan induknya. Teknik ini sangat bermanfaat untuk tanaman-tanaman yang diperbanyak secara vegetatif. Adapun tanaman yang telah berhasil diperbanyak antara lain tanaman hias (anggrek dan mawar), tanaman obat (purwoceng dan bidara upas), tanaman berkayu (jati dan cendana), serta tanaman buah-buahan (pisang dan manggis) (Yusnita, 2007).

Namun demikian ada beberapa kendala teknik yang sering ditemukan, sebagai penghambat keberhasilan teknik kultur jaringan ini antara lain, adanya mutasi pada bibit yang dihasilkan sehingga tidak sama dengan pohon induknya, tingkat keberhasilan induksi perakaran dari tunas yang telah dibentuk secara *in vitro* sedikit, aklimatisasi (adaptasi tanaman hasil kultur jaringan pada lingkungan yang baru di luar botol kultur) sering gagal, tingkat keanekaragamannya di setiap generasi turun terutama apabila sering dilakukan subkultur, kurang sterilisasi bahan tanaman sehingga sering terjadi kontaminasi pada biakan serta diperlukan tenaga kerja yang intensif, terdidik serta mempunyai keterampilan khusus (Mariska dan Sukmadjaja, 2003).

#### **2.2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Kultur Jaringan**

Menurut Santoso dan Nursandi (2004), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan yaitu:

a. Genotif

Pada beberapa jenis tumbuhan embrio mudah tumbuh akan tetapi pada beberapa jenis tumbuhan lain sukar untuk tumbuh. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kultivar dari jaringan yang sama.

b. Eksplan

Eksplan berupa sel, jaringan atau organ yang digunakan sebagai bahan inokulum dan ditanam dalam media kultur, bagian yang digunakan sebagai eksplan adalah sel yang aktif membelah, dari tanaman induk sehat dan berkualitas tinggi. Ukuran eksplan kecil ketahanan eksplan kurang baik dan bila eksplan terlalu besar, akan mudah terkontaminasi.

c. Komposisi media

Media sebagai sumber makanan harus mengandung senyawa organik dan anorganik, seperti nutrisi makro dan mikro dalam kadar dan perbandingan tertentu, gula, air, asam amino, vitamin, dan ZPT. Faktor penting lainnya yang tidak boleh diabaikan adalah ion amonium dan potasium.

d. Oksigen

Suplai oksigen yang cukup sangat menentukan laju multiplikasi tunas dalam usaha perbanyakan secara *in vitro*

e. Cahaya

Intensitas cahaya yang rendah dapat mempertinggi embriogenesis dan organogenesis. Intensitas cahaya optimum pada kultur 0-1000 lux (inisiasi), 1000-10000 (multiplikasi), 10000-30000 (pengakaran) dan <30000 untuk aklimatisasi. Perkembangan embrio membutuhkan tempat gelap kira-kira selama 7-14 hari. Baru dipindahkan ke tempat terang untuk pembentukan klorofil.

f. Temperatur

Temperatur optimum yang dibutuhkan umumnya tergantung dari jenis tumbuhan yang digunakan. Secara normal temperatur yang digunakan adalah antara 22<sup>0</sup>C-28<sup>0</sup>C.

g. pH

pH (Keasaman) di mana sel-sel yang dikembangkan dengan kultur jaringan memiliki toleransi pH yang relatif sempit dan tidak normal antara 5-6. Apabila eksplan sudah tumbuh biasanya pH media umumnya akan naik.

#### h. Lingkungan yang aseptik

Kondisi lingkungan sangat menentukan terhadap tingkat keberhasilan pembiakan tanaman dengan kultur jaringan.

### 2.2.5 Masalah dalam Kultur Jaringan

Pada kegiatan kultur jaringan, tidak sedikit masalah dapat terjadi sebagai penyebab kegagalan. Masalah yang biasa timbul dalam kegiatan kultur jaringan antara lain adalah (Mariska dan Sukmadjaja, 2003):

#### a. Kontaminasi

Kontaminasi adalah gangguan yang sering terjadi pada kultur. Kontaminasi dapat dilihat dari jenis kontaminan, seperti bakteri, jamur, dan virus. Selain itu dapat berdasarkan waktunya yaitu hitungan jam, hitungan hari, dan minggu, serta berdasarkan sumber kontaminan dari media atau eksplan.

#### b. *Browning*

*Browning* atau pencoklatan adalah karakter yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan eksplan (hitam atau coklat). Terjadi perubahan aditif eksplan disebabkan pengaruh fisik maupun biokimia (memar, luka, atau serangan penyakit).

#### c. Vitrifikasi

Vitrifikasi umumnya terjadi akibat kegagalan pada proses pembentukan daging sel dan hambatan pada proses pembentukan lignin. Hal ini dapat diatasi dengan cara menaikkan sukrosa, menambah pektin, memindahkan eksplan pada suhu 40°C selama 15 hari.

d. Pemeliharaan

Kendala yang sering ditemukan sebagai penghambat antara lain, adanya mutasi pada bibit yang dihasilkan sehingga berbeda dengan induknya, keberhasilan induksi perakaran dari tunas yang telah dibentuk secara *in vitro* sedikit, aklimatisasi sering gagal, tingkat keanekaragamannya di setiap generasi turun terutama apabila sering dilakukan subkultur.

### 2.3 Media Kultur Jaringan

Media kultur jaringan pada awalnya memiliki komposisi yang didasarkan pada bahan yang digunakan untuk kegiatan *hydroponic* yang berkembang sebelumnya. Biasanya dalam kultur jaringan unsur hara diberikan dalam kultur jaringan unsur hara diberikan dalam bentuk garam organik. Pada perkembangan selanjutnya para peneliti mulai menambahkan vitamin, senyawa kompleks, dan zat pengatur tumbuh (ZPT) (Santoso, 2004).

Menurut Hendaryono dan Wijayanti (1994), dalam kultur jaringan ada beberapa jenis media yang umum digunakan, yaitu:

- a. Media dasar B5 (Gamborg) untuk subkultur suspensi sel kedelai dan alfalfa.
- b. Medium dasar White biasanya digunakan untuk kultur akar, merupakan medium dasar dengan konsentrasi garam mineral yang sangat rendah.
- c. Medium VW biasanya digunakan khusus untuk media anggrek.
- d. Media WPM biasanya digunakan untuk tanaman berkayu.
- e. Medium MS adalah media yang paling umum dan banyak digunakan.

### 2.3.1 Kandungan Media Kultur Jaringan

Media merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan kultur. Media kultur harus mengandung komponen yang diperlukan untuk pertumbuhan eksplan. Adapun komposisi media kultur adalah sebagai berikut:

a. Air

Air merupakan komponen penting dalam kultur karena 95% dari medium mengandung air. Untuk tujuan penelitian dengan eksplan protoplas, meristem, dan sel sebaiknya digunakan aquabides (destilasi) (Wels, 1991). Air destilasi steril dari kontaminasi mikroorganisme.

b. Larutan Garam Anorganik

Tanaman memerlukan setidaknya 6 elemen makronutrien, yaitu unsur yang diperlukan dalam jumlah besar meliputi, N, K, Mg, Ca, S, P, dan 7 elemen mikronutrien, yaitu unsur yang diperlukan dalam jumlah kecil meliputi Fe, Mn, B, Mo, Cl. Unsur makro biasanya diberikan dalam bentuk  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , sedangkan unsur mikro diberikan dalam bentuk  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , KI,  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . produksi yang berfungsi mereduksi indikator seperti ion  $\text{Cu}^{2+}$  menjadi bentuk kupro ( $\text{Cu}^+$ ) bermanfaat pada perkembangan.

Vitamin adalah bahan yang perlu ditambahkan dalam medium kultur *in vitro*, sebab bagian sel tanaman yang dikulturkan secara *in vitro* belum mampu membuat vitamin sendiri untuk kehidupannya. Vitamin yang

sering ditambahkan ke dalam medium adalah thiamin (vitamin B1), asam nikotinat (niasin), piridoksin (vitamin B6).

c. Zat-zat organik

Senyawa kimia organik yang biasa dipakai sumber energi dalam kultur jaringan adalah karbohidrat. Karbohidrat tersusun atas unsur C,H,O sebagai elemen penyusun utama. Bahan organik termasuk karbohidrat meliputi gula, pati, dan selulosa. Karbohidrat mempunyai fungsi sebagai sumber energi untuk jaringan dan keseimbangan tekanan osmotik medium.

Secara umum konsentrasi optimum sukrosa adalah 2-3%. Kadar sukrosa yang digunakan sebagai sumber energi untuk menginduksi pertumbuhan eksplan adalah 2-7%. Kattuk (1989) menyatakan bahwa sukrosa bersifat stabil terhadap suhu tinggi sehingga bila disterilkan dalam autoklav dengan zat lain mengakibatkan penguraian sukrosa menjadi kombinasi sukrosa, D-glukosa, dan D-fruktosa. Keuntungan penguraian ini adalah terbentuknya aldoa (D-glukosa) dan ketosa (D-fruktosa) yang melimpah.

### 2.3.2 Media MS

Media MS (Murashige dan Skoog) adalah media yang umum dan paling banyak digunakan dalam kultur jaringan terutama untuk jenis tanaman herbaceous. Media MS merupakan perbaikan dari media Skoog pada komposisi garam organiknya. Media MS memiliki kandungan N dalam jumlah tinggi dalam bentuk nitrit dibandingkan jenis media lainnya (Gunawan, 1992).

Media MS merupakan media yang memiliki kandungan unsur hara lengkap dan diperkaya oleh vitamin dan hormon. Umumnya digunakan untuk

berbagai tujuan kultur, sehingga dikembangkan media lain berdasarkan media MS tersebut. Media tersebut antara lain media Lin & Staba, menggunakan  $\frac{1}{2}$  komposisi unsur makro MS, dan dimodifikasi 9 mM ammonium nitrat yang seharusnya 10 mM, sedangkan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dikurangi menjadi 0,5 mM, tidak 0,0625 mM. Namun untuk berbagai jenis tanaman biasanya media ini tetap digunakan sebagai media dasar berbeda adalah kombinasi maupun konsentrasi dari media tersebut.

Media MS mengandung 40 mM N dalam bentuk  $\text{NO}_3$  dan 29 mM N dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$ . Kandungan N ini, lima kali lebih tinggi dari N total yang terdapat pada media Miller, 15 kali lebih tinggi dari media tembakau Holdebrant, dan 19 kali media lebih tinggi dari media White. Kalium juga ditingkatkan sampai 20 mM, sedangkan P, 1,25 mM. unsur makro lain konsentrasinya dinaikkan sedikit. Pertama kali unsur makro dalam media MS dibuat untuk kultur kalus tembakau, tetapi komposisi MS ini sudah umum digunakan untuk kultur jaringan jenis tanaman lain (Erwin, 2009).

#### **2.4 Zat Pengatur Tumbuh**

Kehadiran zat pengatur tumbuh dalam kultur jaringan sangat nyata pengaruhnya. Sangat sulit untuk menerapkan teknik kultur jaringan pada upaya perbanyakan tanaman tanpa melibatkan zat pengatur tumbuhnya (Zulkarnian, 2009).

Zat pengatur tumbuh (ZPT) pada tanaman adalah senyawa organik yang bukan termasuk unsur hara (nutrisi), yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung

(*promote*), menghambat (*inhibit*), dan dapat merubah proses fisiologi tumbuhan. Zat pengatur tumbuh pada tanaman terdiri dari lima kelompok, yaitu auksin, giberellin, sitikoinin, etilen, dan inhibitor dengan ciri khas dan berpengaruh yang berlainan terhadap proses fisiologis. Pada kultur kalus zat pengatur tumbuh yang biasanya dipakai adalah dari golongan auksin dan sitokinin (Abidin, 1983). Jadi, zat pengatur tumbuh merupakan suatu persenyawaan organik yang dalam jumlah sedikit (1 mM) dapat merangsang, menghambat atau mengubah pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Menurut Abidin (1983), auksin adalah salah satu hormon tumbuh yang tidak terlepas dari proses pertumbuhan dan perkembangan. Pembesaran sel dapat diatur oleh auksin, giberellin, sitokinin, dan beberapa zat penghambat, di alam stimulasi auksin pada organ pucuk suatu tanaman. Auksin (NAA, IAA, IBA, dan auksin lainnya) berperan pada berbagai aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Wardani (2004) menyatakan bahwa penambahan 2,4 D dalam media ternyata efektif untuk meningkatkan laju pertumbuhan kalus. Sehingga 2,4 D merupakan ZPT yang paling potensial untuk menginduksi kalus.

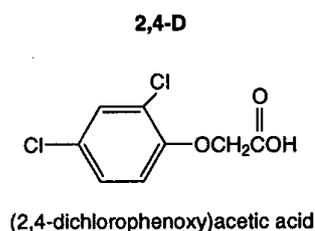
Auksin dapat membantu pemanjangan sel, pembentukan sel, dan pembentukan akar. Konsentrasi auksin yang rendah dapat meningkatkan pembentukan akar adventif, sedangkan konsentrasi auksin tinggi dapat merangsang kalus dan menekan morfogenesis. Yang paling banyak digunakan adalah IAA (*Indol 3-acetic acid*) yang disintesa pada bagian tertentu seperti daun muda dan biji yang sedang berkembang. Sedangkan auksin sintetik yang biasa digunakan adalah 2,4 D (Zulkarnain, 2009).

### 2.4.1 2,4-diklorophenoxyacetid Acid (2,4 D)

2,4-diklorophenoxyacetid acid (2,4-D) merupakan jenis dari auksin sintetis yang banyak ditambahkan ke dalam media kultur jaringan. 2,4-D adalah senyawa sintetis yang dapat digunakan sebagai zat pengatur tumbuh maupun herbisida. Pemberian 2,4-D dalam jumlah kecil dapat memberikan respon pertumbuhan, tapi jika diberikan dalam jumlah banyak dapat berfungsi sebagai herbisida yang menyebabkan kematian pada jaringan. Menurut Hendaryono dan Wijayanti (1994), 2,4-D bersifat stabil karena ZPT ini tidak mudah mengalami kerusakan jika terkena cahaya maupun pemanasan pada saat sterilisasi.

2,4-D sebagai auksin menyebabkan perluasan dan pemanjangan sel tidak terjadi tetapi memicu pembelahan sel. Pembelahan sel yang berlebihan dan tidak diikuti dengan perluasan dan pemanjangan mengakibatkan terkadinya kalus. Pemberian 2,4-D pada medium dasar kultur *in vitro* dapat menginduksi kalus dan menyebabkan pertumbuhan kalus terus berlangsung (Kinkrorian, 1995 dalam Darwati, 2007).

2,4-D merupakan auksin kuat yang sering digunakan secara tunggal untuk menginduksi terbentuknya kalus dari berbagai jaringan tanaman (Bhojwani dan Razdan, 1996 dalam Syahid, 2007). Pemberian ZPT 2,4-D secara tunggal dapat merespon terjadinya inisiasi pembentukan kalus.



**Gambar 2.3** Struktur kimia zapt pengatur tumbuh 2,4-D (Schrimmer, 2012)

#### 2.4.2 Kajian Riset ZPT 2,4-D (*2,4-dicholophenoxyacetid Acid*) yang Dikombinasikan dengan Air Kelapa

Beberapa penelitian mengenai penggunaan zat pengatur tumbuh 2,4-D (*2,4-dicholophenoxyacetid Acid*) untuk menginduksi kalus telah banyak digunakan. Penelitian Ariati (2012) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil dalam pembentukan kalus dari setiap medium perlakuan juga dipengaruhi adanya air kelapa dalam medium. Medium yang ditambah dengan air kelapa (Medium MS + 2 ppm 2,4-D + 15% Air kelapa, medium MS + 2 ppm 2,4-D + 0,2 ppm BAP + 15% air kelapa) akan menghasilkan kalus kakao yang sangat cepat yakni 6 hari sedangkan medium tanpa air kelapa (medium MS + 2 ppm 2,4-D dan Medium MS + 2 ppm 2,4-D + 0,2 ppm BAP) akan menghasilkan kalus sangat lama yakni 23 hari. Penelitian Naing (2011) menunjukkan bahwa persentase pertumbuhan kalus *Coelogyne cristata* terbaik dihasilkan pada media MS yang diberi 2 mg/l BA yang ditambah 5% air kelapa, yaitu sebesar 40%.

Menurut Gati dan Mariska (1992) dalam Urfiana (2013), 2,4-D efektif untuk memacu pembentukan kalus karena aktivitasnya yang kuat untuk memacu proses deferensiasi sel, menekan organogenesis serta menjaga pertumbuhan kalus. Penelitian Indah dan Dini (2013) menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi konsentrasi 2,4-D 0,5 ppm + BAP 2 ppm merupakan kombinasi konsentrasi ZPT yang paling optimal untuk kandungan berat segar kalus Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) yaitu 197,8 mg dan untuk untuk muncul kalus lebih cepat yaitu 13 hari setelah tanam.

## 2.5 Air Kelapa dalam Media Kultur Jaringan

Air kelapa merupakan senyawa organik yang sering digunakan dalam aplikasi teknik kultur jaringan. Hal ini disebabkan air kelapa mengandung 1,3 diphenilurea, zeatin, zeatin glukosida, dan zeatin ribosida (Armini *et al.*, 1992 dalam Kristina dan Syahid 2012), dan harganya yang murah. Air kelapa merupakan air alami steril yang mengandung kadar K dan Cl tinggi. Selain itu, air kelapa mengandung sukrosa, fruktosa, dan glukosa (Netty 2002).

Perlakuan sterilisasi dengan autoklaf menurunkan kandungan ZPT alami dalam air kelapa. ZPT alami memiliki sifat mudah terdegradasi sehingga akan terurai bila melalui proses pemanasan tinggi dengan autoklaf. Selain penurunan kandungan ZPT alami, warna air kelapa pun berubah menjadi kecoklatan. Namun, walaupun terjadi penurunan kandungan sebesar 10 kali lipat, ZPT tersebut masih dapat mendukung pertumbuhan kultur sehingga perlakuan sterilisasi dengan autoklaf tetap dapat digunakan (Kristina dan Syahid, 2012).

**Tabel 2.2** Komposisi ZPT dalam AK muda pada dua perlakuan pemanasan

Perlakuan Pemanasan Air Kelapa	Konsentrasi ZPT alami (mg/L)		
	Sitokinin		Auksin
	Kinetin (mg/L)	Zeatin (mg/L)	IAA (mg/L)
<b>Tanpa perlakuan</b>	41,13	34,16	38,57
<b>Pemanasan 50°C, 10 menit</b>	273,62	290,47	198,55
<b>Pemanasan 121°C, autoklaf</b>	50,09	28,65	20,89

Sumber : Kristina dan Syahid, 2012

Kandungan vitamin dalam air kelapa muda cukup beragam, di antaranya thiamin dan piridoksin. Selain kandungan ZPT, kandungan vitamin dalam air

kelapa dapat dijadikan substansi vitamin sintesis yang terkandung pada media MS. Kandungan hara makro seperti N, P, dan K, serta beberapa jenis unsur mikro dalam air kelapa muda juga berpeluang dikembangkan lebih lanjut sebagai upaya substitusi unsur hara makro dan mikro serta sumber karbon, yakni sukrosa (Kristina dan Syahid, 2012). Menurut Vigliar (2006) dalam Kristina dan Syahid (2012), konsentrasi garam mineral dan sukrosa air kelapa menurun seiring dengan bertambahnya umur dari 6-9 bulan. Di dalam air kelapa ditemukan 3 jenis gula, yakni glukosa dengan komposisi 34-45%, sukrosa dari 53% sampai 18% dan fruktosa dari 12-36%. Sukrosa mengalami penurunan konsentrasi seiring dengan pertambahan umur.

**Tabel 2.3** Komposisi vitamin, mineral, dan sukrosa dalam air kelapa muda dan tua

Komposisi	Air kelapa muda (mg/100 ml)	Air kelapa tua (mg/100ml)
<b>Vitamin Vitamin</b>		
Vitamin C	8,59	4,50
Riboflavin	0,26	0,25
Vitamin B5	0,60	0,62
Inositol	2,30	2,21
Biotin	20,52	21,50
Piridoksin	0,03	-
Thiamin	0,02	-
<b>Mineral Mineral</b>		
N	43,00	-
P	13,17	12,50
K	14,11	15,37
Mg	9,11	7,52
Fe	0,25	0,32
Na	21,07	20,55
Mn	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
Zn	1,05	3,18
Ca	24,67	26,50
<b>Sukrosa Sucrose</b>	4,89	3,45

Sumber : Kristina dan Syahid, 2012

## 2.6 Kultur Kalus

Kalus adalah suatu kumpulan sel amorphous yang terbentuk dari sel-sel jaringan awal yang membelah diri secara terus-menerus. Pertumbuhan kalus dapat terjadi pada organ tumbuhan yang mengalami luka, sel-sel parenkim yang letaknya berdekatan dengan luka tersebut bersifat meristematik dan dapat membentuk massa sel yang tidak berdiferensiasi (Pandingan, 2011). Menurut Sumardi (1996), pertumbuhan merupakan peristiwa pembelahan dan pembesaran sel. Pertumbuhan menunjukkan suatu proses perubahan secara kuantitatif berupa penambahan jumlah sel, ukuran panjang, lebar serta berat dari organisme yang sedang mengalami pertumbuhan. Tumbuhan mengalami panjang karena ada perubahan volume serta berat basah atau berat kering yang merupakan perubahan secara kuantitatif. Parameter pertumbuhan sangat bervariasi dan bersifat kuantitatif.

Pertumbuhan kalus dapat digambarkan dalam bentuk kurva sigmoid. Lima fase pertumbuhan kalus, yaitu (Philips, 1995):

1. Fase lag, di mana sel-sel mulai membelah.
2. Fase eksponensial, di mana laju pertumbuhan sel berada pada puncaknya.
3. Fase linear, pembelahan sel mengalami perlambatan tetapi ekspansi sel meningkat.
4. Fase deselerasi, laju pembelahan dan pemanjangan sel menurun.
5. Fase stationer, di mana jumlah dan ukuran sel tetap.

### **2.6.1 Kalus Menghasilkan Metabolit Sekunder**

Berdasarkan perubahan ukuran sel, metabolisme dan penampakan kalus, proses perubahannya dari eksplan menjadi kalus dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu induksi, pembelahan, dan diferensiasi. Tahap induksi, sel siap membelah, metabolisme menjadi aktif dan ukuran sel tetap konstan. Metabolit sekunder pada umumnya meningkat pada fase stasioner. Hal ini mungkin karena adanya peningkatan vakuola sel atau akumulasi. Fase stasioner adalah periode tidak ada pertumbuhan, jumlah sel konstan (Darwati, 2007).

Abidin (1985) menyatakan bahwa zat pengatur tumbuh (ZPT) dapat mempengaruhi metabolisme asam nukleat yang berperan dalam sintesis protein dan mengatur aktivitas enzim untuk pertumbuhan tanaman yakni pertumbuhan awal berupa kalus. Aktivitas sel selama pertumbuhan seperti pembelahan sel, penambahan volume, dan akhirnya terjadi poliferasi sel dapat ditingkatkan dengan pemberian zat pengatur tumbuh (Wardani, 2004). Peningkatan pembelahan sel oleh zat pengatur tumbuh dapat memacu laju pertumbuhan dan peningkatan biomasa kalus yang akhirnya dapat meningkatkan berat kalus (Azriati, 2010). Zat pengatur tumbuh akan menginduksi sintesis enzim yang ekspresinya tergantung sintesis RNA dan protein. Peningkatan jumlah enzim yang terlibat dalam metabolit sekunder juga akan meningkatkan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan (Wattimena, 1991 *dalam* Wardani, 2004).

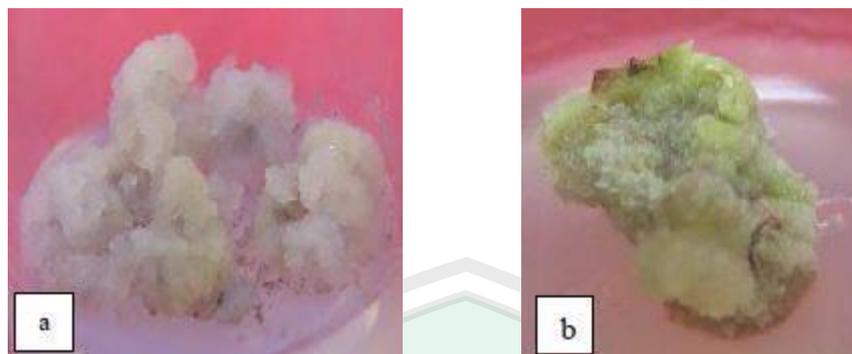
### **2.6.2 Tekstur Kalus**

Tekstur kalus merupakan salah satu penanda yang digunakan untuk menilai pertumbuhan suatu kalus. Tekstur kalus dapat dibedakan menjadi tiga

macam, yaitu kompak (*non friable*), intermediet, dan remah (*friable*) (Dwi, 2012). Kalus yang baik untuk digunakan sebagai bahan penghasil metabolit sekunder yaitu memiliki tekstur kompak (*non friable*). Tekstur kalus kompak dianggap baik karena dapat mengakumulasi metabolit sekunder lebih banyak (Indah dan Dini, 2013).

Kalus yang kompak mempunyai tekstur yang sulit untuk dipisahkan dan terlihat padat (Fitriani, 2008 dalam Dwi, 2012). Menurut Dodd (1993) dalam Ariati (2012), kalus yang memiliki tekstur yang kompak umumnya memiliki ukuran sel kecil dengan sitoplasma padat, inti besar, dan memiliki banyak pati gandum (karbohidrat). Andri (2012) menyatakan bahwa kalus kompak memiliki struktur seperti nodul. Nodul merupakan massa proembrionik dan dapat digunakan sebagai inokulum untuk induksi sebagai embrio somatik. Kalus yang kompak merupakan efek dari sitokonin dan auksin yang mempengaruhi potensial air dalam sel. Hal ini menyebabkan penyerapan air dari medium ke dalam sel meningkat sehingga sel menjadi lebih kaku (Ariati, 2012). Sehingga penggunaan air kelapa sangat bermanfaat dalam pembentukan tekstur kalus (Dwi, 2012).

Kalus remah merupakan kalus yang baik untuk perbanyakan jaringan. Kalus remah ialah kalus yang tumbuh terpisah-pisah menjadi bagian-bagian yang kecil, mudah lepas, dan mengandung banyak air (Sitorus, 2011). Kalus yang remah dapat diperoleh dengan cara melakukan subkultur berulang-ulang dengan media padat (Rahayu, 2013).



**Gambar 2.4** (a) tesktur kalus remah (b) tekstur kalus kompak hasil inisiasi eksplan daun Ramin (*Gonystylus bancanus* (MIg) Kur2). (Yelinitis, 2012)

### 2.6.3 Warna Kalus

Warna dan tekstur kalus merupakan indikasi awal dimulainya respon organogenesis. Kalus yang berwarna putih merupakan jaringan embrionik yang belum mengandung kloroplas, tetapi memiliki kandungan butir pati yang tinggi (Ariati, 2012). Warna kalus mengidentifikasi keberadaan klorofil dalam jaringan, semakin hijau wana kalus semakin banyak pula kandungan klorofilnya dalam kalus (Dwi, 2012).

Kondisi warna kalus yang bervariasi menurut Hendrayono dan Wijayani (1994) disebabkan oleh adanya pigmentasi, cahaya, dan bagian tanaman yang dijadikan sebagai sumber eksplan. Eksplan yang cenderung berwarna kecoklatan disebabkan oleh kondisi eksplan yang secara internal mempunyai kandungan fenol tinggi. Menurut Wardani (2004), warna kalus yang hijau disebabkan peningkatan konsentrasi sitokinin yang tinggi. Sitokinin yang ditambahkan dalam media mampu menghambat perombakan butir-butir klorofil karena sitokinin mampu mengaktifkan proses metabolisme dan sintesis protein (Wattimena, 1991 dalam Wardani, 2004).

## 2.7 Proses Pertumbuhan Tanaman dalam al-Qur'an

Allah berfirman dalam QS. Al-An'am: 95, yang berbunyi:

﴿ إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۗ تَخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ۗ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ ۗ فَآءِنِّي تُؤَفِّكُونَ ﴾

**Arrinya:** "Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, Maka mengapa kamu masih berpaling? (QS. Al-An'am: 95).

Maksud dari ayat di atas menurut Tafsir Ibn Katsir (2007) adalah bahwa sesungguhnya Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang hidup dari biji dan benih, yang merupakan benda mati. Para ahli tafsir mengungkapkan tentang mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan demikian pula sebaliknya, dengan berbagai macam ungkapan yang semuanya saling berdekatan makna. Ada di antara mereka yang mengatakan "yaitu mengeluarkan ayam dari telur, atau sebaliknya."

Allah SWT menyatakan, "Wahai manusia, sesungguhnya yang berhak disembah bukanlah apa yang kalian sembah, melainkan Allah yang telah menumbuhkan butir-butir, yakni memecahkan butir dari segala tumbuhan, lantas mengeluarkan tumbuhan darinya. Juga *annawa* (biji-bijian) dari segala tumbuhan berbiji, lantas mengeluarkan tumbuhan darinya. Allah SWT menjelaskan pula bahwa Dia-lah yang mengeluarkan tangkai yang hidup dari butir yang mati, dan mengeluarkan pohon yang hidup dari tangkai yang hidup. Dia juga yang mengeluarkan pohon yang hidup dari biji yang mati, dan biji yang mati dari pohon yang hidup. Pohon ketika masih bersiri dan belum kering, dinamakan *hayy*

(hidup) oleh orang arab. Sedangkan jika telang kering dan batangnya telah runtuh, dinamakan *mayyit* (mati). Ini dapat digambarkan dengan “pohon kurma berasal dari biji, dan biji berasal dari pohon kurma. Demikian pula butir, berasal dari tangkai (gandum), dan tangkai berasal dari butir (Muhammad, 2008).

“*Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan...*” yakni Dia-lah yang menumbuhkan butir-butir biji dan menjadikan darinya tumbuh-tumbuhan bukan selain diri-Nya. Allah *Ta'ala* berfirman,“...*Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati...*” Dia-lah yang mengeluarkan tumbuh-tumbuhan yang hidup dari yang mati seperti ayam dari telurnya. “...*Dan yang mengeluarkan mati dari yang hidup*” Dia-lah yang mengeluarkan butir dari tumbuh-tumbuhan yang hidup, pohon kurma dan pepohonan yang lain dari biji-bijian yang mati, seperti keluarnta setetes air mani (*nuthfah*) yang mati dari yang hidup, yaitu manusia, dan keluarnta manusia yang hidup dari *nutfah* yang mati atau seperti telur ayam (Aljazairi, 2007).

Menurut Al-Qurtubi (2008), kata *alfalaq* artinya membelah biji buah-buahan yang mati, lalu mengeluarkan daun yang hijau darinya. Seperti itu juga dengan butir tumbuh-tumbuhan. Lalu, dari daun yang hijau itu Dia mengeluarkan butir tumbuh-tumbuhan yang mati dan biji buah-buahan. Ini juga merupakan makna Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. Maksudnya adalah Allah mengeluarkan manusia yang hidup dari sperma yang mati dan sperma yang mati dari manusia yang hidup.

Menurut Al-Maraghi (1992), kandungan ayat di atas menjelaskan bahwa “Allah menumbuhkan apa yang kita tanaman, berupa benih tanaman yang dituai,

dan biji buah, serta membelah dengan kekuasaan dan perhitungan-Nya, dengan menghubungkan sebab musabab, seperti menjadikan benih biji dalam tanah, serta menyirami tanah dengan air.”

Kata *yakhruju* yang berarti mengeluarkan memiliki makna tersendiri bagi tumbuhan. Jika diperhatikan proses perkembangan tumbuhan secara garis besar maka mengeluarkan memiliki arti bahwasanya Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan tersebut, di atas tanah yang baik dimulai dari benih, biji ataupun tunas sehingga menjadi tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam jenisnya.

Menurut Al-Maraghi (2007), ayat di atas menunjukkan kepada kesempurnaan kekuasaan, keindahan, dan kebijaksanaan Allah SWT yang tergambar melalui tumbuhan. Para ahli genetika mengungkapkan bahwa “Pada asal makhluk hidup ada kehidupan, setiap yang tumbuh, dari jenis biji maupun benih, mempunyai kehidupan yang tersimpan. Dia-lah (Allah) yang mengeluarkan tumbuh-tumbuhan yang segar dari biji yang kering, dan mengeluarkan yang kering dari tumbuh-tumbuhan yang hidup dan tumbuh.