

BAB 2

TINJAUAN TEORETIS

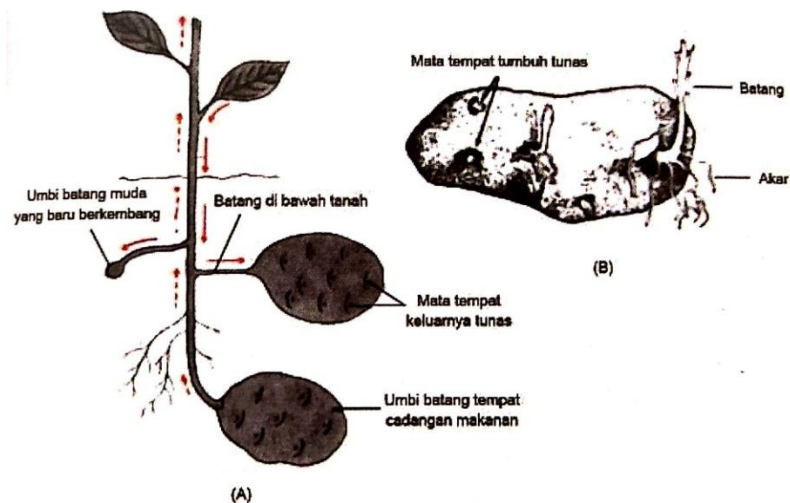
2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Tanaman kentang

2.1.1.1 Morfologi Tanaman Kentang

Menurut Setiadi & Nurulhuda (2003) *Solanum* atau kentang merupakan tanaman setahun, bentuk sesungguhnya menyemak dan bersifat menjalar. Ciri-ciri tanaman kentang yaitu sebagai berikut:

- a) Batangnya berbentuk segi empat, panjangnya bisa mencapai 50-120 cm, dan tidak berkayu (tidak keras bila dipijat). Batang dan daun berwarna hijau kemerah-merahan atau keungu-unguan.



Gambar 2.1 Batang kentang

(A) Umbi batang yang baru berkembang

(B) Batang baru yang baru tumbuh dari mata tunas

Sumber: Irianto (2018)

Berdasarkan **gambar 2.1** batang tanaman berbentuk segi empat atau segi lima, tergantung pada varietasnya. Batang tanaman berbuku-buku, berongga, dan tidak berkayu, namun agak keras bila dipijat. Diameter batang kecil dengan tinggi dapat mencapai 50-120 cm, tumbuh menjalar. Warna batang hijau kemerah-merahan atau hijau keungu-unguan. Batang tanaman berfungsi sebagai jalan zat-zat hara dari tanah ke daun dan untuk menyalurkan hasil fotosintesis dari daun ke bagian tanaman yang lain (Rukmana, 2001).

- b) Bunganya berwarna kuning keputihan atau ungu, tumbuh di ketiak daun teratas, dan berjenis kelamin dua. Benang sarinya berwarna kekuning-kuningan dan melingkari tangkai putik. Putik ini biasanya lebih cepat masak.

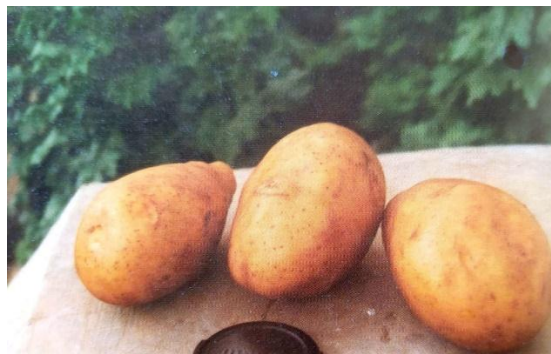


Gambar 2.2 Bunga Kentang

Sumber : Waluyo (2008)

Berdasarkan **gambar 2.2** bunga tanaman kentang berkelamin dua yang tersusun dalam rangkaian bunga atau karangan bunga yang tumbuh pada ujung batang dengan tiap karangan bunga memiliki 7-15 kuntum bunga. Struktur bunga terdiri dari daun kelopak, mahkota, benang sari yang masing-masing berjumlah 5 buah (Rukmana, 2001).

- c) Umbinya berbentuk buni, buah yang kulit/ dindingnya berdaging, dan mempunyai dua ruang. Di dalam buah berisi banyak calon biji yang jumlahnya bisa mencapai 500 biji. Akan tetapi, dari jumlah tersebut yang berhasil menjadi biji hanya sekitar 100 biji saja, bahkan ada yang cuma puluhan biji, jumlah ini tergantung dari varietas kentangnya.

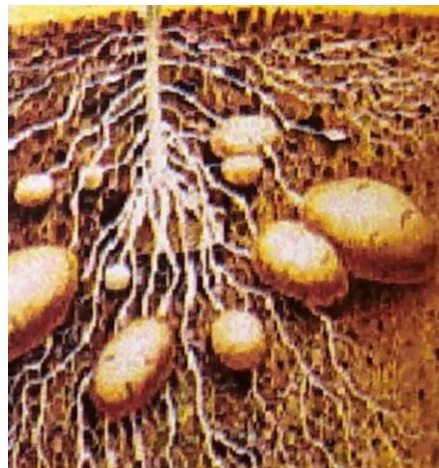


Gambar 2.3 Umbi kentang

Sumber: Setiadi & Nurulhuda (2003)

Berdasarkan **gambar 2.3** umbi terbentuk dari cabang samping diantara akar-akar. Proses pembentukan umbi ditandai dengan terhentinya pertumbuhan memanjang dari rhizome atau stolon yang diikuti pebesaran sehingga rhizome membengkak. Umbi berfungsi menyimpan bahan makanan seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral dan air (Samadi, 2007).

- d) Akar tanaman menjalar dan berukuran sangat kecil bahkan sangat halus. Akar ini berwarna keputih-putihan. Kedalaman daya tembusannya bisa mencapai 45 cm. Namun, biasanya akar ini banyak yang mengumpul di kedalaman 20 cm.



Gambar 2.4 Akar kentang
Sumber : Waluyo (2008)

Berdasarkan **gambar 2.4** akar berwarna keputih-putihan, halus dan berukuran sangat kecil. Dari akar-akar ini ada akan yang akan berubah bentuk dan fungsinya menjadi bakal umbi (stolon) dan akhirnya menjadi umbi (Setiadi, 2009).

Sunaryo (dalam Zulkarnain, 2013), berdasarkan warna umbinya, kentang digolongkan atas kentang kuning, kentang putih, dan kentang merah. Kentang kuning memiliki kulit dan daging umbi berwarna kuning. Beberapa kultivar yang termasuk kentang kuning adalah Eigenheimer, Patrones, Rapan-106 dan Thung 151-C. Sementara itu, kentang putih memiliki kulit dan daging umbi berwarna putih. Beberapa kultivar kentang putih adalah Donata, Radosa, dan Sebago. Kentang merah adalah kentang yang kulit umbinya berwarna merah, sedangkan dagingnya berwarna kuning. Contoh varietas yang termasuk kentang merah adalah Dasire, Arka, dan Red Pontiac.

2.1.1.2 Klasifikasi Tanaman Kentang

Menurut ITIS (2020) klasifikasi tanaman kentang sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Solanum</i>
Spesies	: <i>Solanum tuberosum</i> L.

Kentang termasuk salah satu umbi-umbian yang banyak digunakan sebagai sumber karbohidrat atau makanan pokok bagi masyarakat dunia setelah gandum, jagung dan beras. Sebagai umbi-umbian kentang cukup menonjol dalam kandungan zat gizinya. Menurut Ridwan, *et al* (2010) “Kentang merupakan salah satu tanaman sayuran bermutu tinggi yang banyak diminati masyarakat, baik dikonsumsi sebagai sayuran maupun produk olahan”. Selaras dengan pendapat Zulkarnain (2013) menyatakan bahwa:

Kentang merupakan sayuran batang yang kaya akan karbohidrat dan mineral, namun memiliki kandungan protein dan provitamin A yang rendah. Kentang merupakan satu-satunya sayuran umbi yang kaya akan vitamin C. Dengan mengonsumsi sekitar 100 g umbi kentang, maka hampir sebagian dari kebutuhan vitamin C harian kita telah terpenuhi. Akan tetapi, tingginya kandungan vitamin C ini juga menyebabkan umbi kentang sangat mudah mengalami pencoklatan (*browning*).

2.1.1.3 Varietas kentang

Menurut Sunarjo (2007) beberapa varietas kentang yang terdapat di Indonesia, yaitu:

1. Eersteling

Umur panen	: Genjah (90-100 hari)
Daya hasil	: Rendah
Kandungan pati	: Rendah
Umbi	: Lonjong, mata dangkal, kulit umbi dan daging umbi kuning muda
Batang	: Lemah
Resistensi	: Peka terhadap <i>Phytophthora infestans</i> , tetapi imun terhadap virus A

2. Desiree

Umur panen	: Sedang (100-120 hari)
Daya hasil	: Sangat Tinggi
Kandungan pati	: Rendah
Umbi	: Lonjong, mata dangkal, kulit merah, daging umbi kuning muda
Batang	: Tegap dan daun konopi cepat tumbuh
Resistensi	: Agak peka terhadap <i>Phytophthora infestans</i> , tetapi imun terhadap penyakit kutil

3. Patrones

Umur panen	: Medium (100-120 hari)
Daya hasil	: Tinggi
Kandungan pati	: Sedang
Umbi	: Lonjong, mata agak dangkal, kulit kuning pucat, daging umbi kuning muda
Batang	: Tegap kekar, daun konopi cepat tumbuh
Resistensi	: Agak tahan terhadap <i>Phytophthora infestans</i> dan agak tahan terhadap virus Y

4. Katella

Umur panen	: Genjah (90-100 hari)
Daya hasil	: Sedang
Kandungan pati	: Sedang-rendah
Umbi	: Bulat-oval, mata dangkal, kulit kuning, daging umbi kuning
Batang	: Kecil, agak lemah, daun konopi tumbuh lebih lambat
Resistensi	: Peka sekali terhadap <i>Phytophthora infestans</i>

5. Granola

Umur panen	: Sedang (100-120 hari)
Daya hasil	: Tinggi
Kandungan pati	: Tinggi
Umbi	: Oval, besar, mata agak dalam, kulit kuning kotor, daging umbi kuning
Batang	: Tegap, kekar, daun konopi tumbuh sedang
Resistensi	: Tahan terhadap <i>Phytophthora infestans</i> dan virus Y

6. Cipanas

Umur panen	: Genjah (100-120 hari)
Daya hasil	: Tinggi
Kandungan pati	: Sedang
Umbi	: Oval, besar, kulit merah, daging kuning, dan mata dangkal
Batang	: Agak tegap, kekar, dan daun konopi tumbuh sedang
Resistensi	: Agak tahan terhadap <i>Phytophthora infestans</i> dan agak tahan terhadap layu bakteri

Varietas kentang yang digunakan dalam penelitian ini adalah granola. Jenis Granola merupakan varietas unggul karena tahan terhadap penyakit kentang umumnya, misalnya bila daya serang penyakit terhadap varietas kentang lain bisa 30%, tetapi granola hanya 10% (Setiadi & Nurulhuda, 2003).

Menurut (Zulkarnain, 2013) Deskripsi Kentang Varietas Granola, yaitu:

Golongan varietas	: Seleksi tipe simpang dari Granola
Umur tanaman	: 130-135 hari setelah tanam
Warna batang	: Hijau
Bentuk penampang batang	: Segi lima
Bentuk daun	: Oval
Ujung daun	: Runcing
Tepi daun	: Bergerigi
Permukaan daun	: Berkerut
Warna daun	: Hijau
Ukuran daun	: Panjang $\pm 9,2$ cm; lebar $\pm 5,9$ cm
Panjang tangkai daun	: 6,3-7,8 cm
Bentuk bunga	: Bulat bergelombang
Warna putik	: Putih
Warna benangsari	: Kuning
Bentuk umbi	: Bulat lonjong
Ukuran umbi	: Tinggi $\pm 6,64$ cm; diameter $\pm 4,12$ cm
Berat per umbi	: $\pm 127,28$ g
Warna kulit umbi	: Kuning keputihan
Warna daging umbi	: Kuning

2.1.1.4 Tunas Aksilar Tanaman Kentang

Hipotesis fase perkembangan tunas aksilar terkait dengan perkembangan tunas yang mencakup tiga fase, yaitu dormansi, transisi, dan fase pertumbuhan. Fase dormansi merupakan fase dimana tunas aksilar memiliki kemampuan yang sangat rendah untuk menumbuhkan tunas. Fase transisi merupakan fase tunas aksilar yang lebih responsif terhadap sinyal pertumbuhan dibandingkan dengan fase dormansi.



Gambar 2.5 Tunas aksilar kentang
Sumber: Sunarjono (2007)

Berdasarkan **gambar 2.5** perbedaan fase perkembangan tunas aksilar disebabkan oleh banyak faktor, Dun (2006) menyebutkan bahwa perbedaan fase perkembangan tunas aksilar diantaranya letak nodus tempat tunas aksilar tumbuh, umur nodus, genotipe, cahaya, suhu, dan fotoperiodisitas. Lebih lanjut George & Hall (2008) menyatakan bahwa letak nodus pada tanaman induk mengindikasikan perbedaan umur eksplan sehingga respon pertumbuhan yang dihasilkan akan berbeda.

2.1.2 Zat Pengatur Tumbuh

2.1.2.1 Pengertian Zat Pengatur Tumbuh

Menurut Pierik (dalam Zulkarnain 2009) mengemukakan bahwa fitohormon 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. Senyawa-senyawa lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan hormon, tetapi diproduksi secara eksogen, dikenal sebagai zat pengatur tumbuh.

Zat pengatur tumbuh mempunyai peran penting dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan eksplan di dalam kultur. Pertumbuhan dan morfogenesis eksplan dalam kultur *in vitro* diatur oleh interaksi dan

keseimbangan zat pengatur tumbuh pada media dengan hormon endogen yang terdapat dalam eksplan. Bahkan, Pierik (1997) menyatakan bahwa sangat sulit untuk menerapkan teknik kultur jaringan pada upaya perbanyak tanaman tanpa melibatkan zat pengatur tumbuh.

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, giberelin, sitokinin, etilen, dan inhibitor dengan ciri khas dan berpengaruh yang berlainan terhadap proses fisiologi. Pada kultur kalus zat pengatur tumbuh yang biasanya dipakai adalah dari golongan auksin dan sitokinin (Abidin, 1983).

2.1.2.2 Penggolongan Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh diperlukan untuk mengatur diferensiasi tanaman. Ada beberapa zat pengatur tumbuh yang biasa dipergunakan dalam kultur jaringan diantaranya golongan auksin meliputi IAA, NAA, IBA, 2,4-Dd; golongan cytokinin meliputi Kinetin, BAP/BA, 2 i-p, zeatin, thidiazuron, PBA; golongan giberelin seperti GA3 (Nugrahani, 2011). Zat pengatur tumbuh tanaman terdiri atas lima jenis yaitu auksin, giberelin, sitokinin, etilen dan asam absisat. Auksin digunakan untuk memacu pertumbuhan akar, giberelin berfungsi untuk pemanjangan sel, sitokinin memacu pembentukan tunas, etilen untuk pematangan buah, asam absisat memacu gugurnya daun (Wattimena, 1988).

Pada umumnya, hormon yang banyak dipergunakan adalah golongan auksin dan sitokinin. Perbandingan komposisi antara kedua hormon tersebut akan menentukan perkembangan tanaman. Jika dosis auksin lebih tinggi dari sitokinin akan memicu perkembangan akar, sedangkan ketika dosis sitokinin lebih tinggi dari auksin maka akan memicu perkembangan tunas serta ketika dosis auksin seimbang dengan sitokinin maka akan memicu pertumbuhan kalus (Wattimena, 1991).

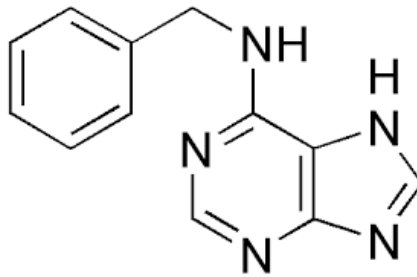
2.1.2.3 Mekanisme Zat Pengatur Tumbuh BAP

Peran sitokinin dalam pembelahan sel meliputi dua tahapan, yang pertama disitokinin dalam siklus sel memiliki peranan penting yaitu pemacu sitokinesis. Sitokinin mendorong pembelahan sel dengan cara meningkatkan peralihan G₂ ke mitosis dan dalam hal ini sitokinin juga meningkatkan laju sintesis protein. Beberapa protein itu adalah protein pembangun atau enzim yang dibutuhkan untuk mitosis. Sitokinin juga memperpendek fase S yaitu dengan cara meningkatkan DNA, sehingga ukuran salinan DNA menjadi dua kali lebih besar kemudian laju sintesis DNA digandakan (Wijayana, 2007).

Kedua, Sitokinin dapat mempengaruhi gen KNOX (Knotted Like Homeobox). Gen KNOX mengkode suatu protein yang berfungsi memacu pertumbuhan dan pemeliharaan maristem ujung batang supaya sel-selnya selalu bersifat maristematik (Wijayana, 2007).

Bentuk dasar dari sitokinin adalah adenin (*6-amino purin*). Adenin merupakan bentuk dasar yang menentukan terhadap aktifitas sitokinin. Di dalam senyawa sitokinin, panjang rantai dan hadirnya suatu double bound dalam rantai tersebut akan meningkatkan aktifitas zat pengatur tumbuh NH₂N NH Adenine (*6-amino purine*). Sitokinin memiliki rantai samping yang kaya akan karbon dan hidrogen, menempel pada nitrogen yang menonjol dari puncak cincin purin. ZPT yang tergolong dalam sitokinin adalah BAP dan BA. BAP memiliki rumus bangun C₁₂H₁₁N₅ dan titik lebur 230-233°C (Santoso dan Nursandi, 2004).

BAP merupakan golongan sitokinin aktif yang bila diberikan pada tunas pucuk akan mendorong proliferasi tunas yaitu keluarnya tunas lebih dari satu (Yusnita, 2015). Menurut Alitalia (2008) *Benzyl Amino Purine* memiliki berat molekul sebesar 225.26. Wattimena (1991) menambahkan bahwa BAP merupakan turunan adenin yang disubstitusi pada posisi 6 yang strukturnya serupa dengan kinetin. Struktur kimia 6- Benzil amino purin dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 2.6 Struktur molekul BAP
Sumber: (Wuzhouchem, 2016)

BAP (*Benzyl Amino Purine*) merupakan sitokinin sintetik yang banyak digunakan dalam perbanyakan tanaman secara *in vitro*, karena BAP mempunyai efektivitas yang cukup tinggi untuk perbanyakan tunas, mudah didapat dan relatif murah (Lestari, Suminar, & Mubarok, 2018). Sedangkan menurut Molla., Nasiruddin., Khanam, D., & Salam (2011) BAP merupakan golongan sitokinin yang berperan dalam merangsang pertumbuhan dan menunjang proses regenerasi tunas adventif.

Jadi dapat disimpulkan bahwa BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) adalah sitokinin yang sering digunakan karena paling efektif untuk merangsang pembentukan tunas, lebih stabil dan tahan terhadap oksidasi serta paling murah diantara sitokinin lainnya. Pengaruh sitokinin pada kultur jaringan bervariasi tergantung tipe kultur dan varietas tanaman yang digunakan. Sitokinin seperti BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) pada konsentrasi antara 0,1-10 mg/l aktif dalam merangsang pembentukan tunas adventif tetapi menghambat pembentukan akar (Plerik, dalam Shanti, 2005).

2.1.3 Teknik Kultur *In Vitro*

2.1.3.1 Pengertian Kultur *In Vitro*

Teknik kultur jaringan umumnya dilakukan untuk perbanyakan tunas kemudian dilanjutkan dengan pengakaran dan aklimatisasi. Pada perbanyakan *in vitro* tanaman kentang, perbanyakan tunas umumnya dilakukan melalui multifikasi tunas aksilar. Kultur jaringan adalah teknik perbanyakan tanaman dengan cara memperbanyak jaringan mikro tanaman yang ditimbulkan 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).

Kultur *in vitro* ialah suatu teknik budidaya untuk memperbanyak tanaman dengan cara yang aseptis di dalam botol sehingga dapat menghasilkan anakan atau tanaman baru yang banyak dan seragam dengan tanaman induk (Wetter & Costabel, 1991). Pada dasarnya sistem regenerasi tanaman pada kultur *in vitro* mengalami tiga tahapan utama, yang dimulai dari eksplan beregenerasi, kemudian mengalami organogenesis dan tumbuh menjadi planlet. Biasanya setelah tanaman melalui tahapan organogenesis maka akan terbentuk planlet, yaitu tanaman baru atau anakan yang sudah memiliki batang, daun, dan akar.

2.1.3.2 Pemanfaatan Kultur *In Vitro* dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya

Subkultur merupakan salah satu tahap dalam perbanyak tanaman melalui kultur *in vitro*. Pada dasarnya subkultur adalah memotong, membelah dan menanam kembali eksplan yang telah tumbuh sehingga jumlah tanaman akan bertambah banyak (Elfiani dan Jakoni, 2015). Dapat disimpulkan bahwa subkultur merupakan salah satu kegiatan penting dalam metode kultur *in vitro*. Hal ini didasarkan pada ketersediaan nutrisi media tanam yang baru.

Faktor pembatas yang terjadi dapat di minimalisir jika pelaksanaan proses subkultur *in vitro* dilaboratorium memperhatikan beberapa hal agar berhasil diantaranya meliputi: alat-alat yang digunakan untuk pemindahan atau subkultur *planlet*, media tanam dan cara pembuatannya, teknik aseptik, cara pemindahan *planlet*, meneliti, pertumbuhan *planlet*. Menurut Yuwono (2016) beberapa tahapan yang dapat dilakukan dalam proses subkultur sampai *planlet* siap diaklimatisasi diantaranya:

- 1) Pemilihan *planlet* yang akan digunakan sebagai bahan awal;
- 2) Penanaman *planlet* pada media tanam baru yang sesuai sampai terjadi pertumbuhan yang lebih sempurna;

- 3) Pembentukan daun, akar, dan tunas yang baru pada planlet kecil sampai terbentuk *planlet* yang sempurna;
- 4) Aklimatisasi, yaitu proses adaptasi pada lingkungan di luar sistem *in vitro*;
- 5) Penanaman pada medium biasa (tanah atau media bukan artifisial lainnya).

Keuntungan perbanyakan tanaman dengan menggunakan teknik kultur jaringan adalah: (1) waktu perbanyakan 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 *et al*, 2008).

Salah satu ciri tanaman ialah dapat tumbuh dan berkembang, kembang mengalami pertumbuhan dengan adanya peningkatan ukuran dan volume yang permanen. Proses adaptasi *planlet* hidup pada kondisi aseptik dan heterotrof lalu dipindah ke kondisi yang tidak aseptik dan harus hidup dalam kondisi autotrof disebut dengan aklimatisasi. Menurut Nuryadin, Sugiyono, & Proklamasingih (2017) menyatakan bahwa “Pembentukan *planlet* dalam kultur *in vitro* dimulai dengan terbentuknya tunas yang diikuti dengan pembentukan akar”.

Proses mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan berperan penting dalam kultur jaringan tanaman. Faktor yang berperan penting dalam pertumbuhan *planlet* dalam kultur *in vitro* yaitu sterilisasi, eksplan, media mengandung hara lengkap, dan kondisi lingkungannya terkontrol. Banyak hasil penelitian menunjukkan arah pertumbuhan dan perkembangan eksplan sangat tergantung pada Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). Faktor – faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan *planlet* kultur *in vitro* diantaranya:

- 1) Karakteristik *planlet*, *planlet* merupakan tanaman baru yang sudah lengkap dan mempunyai akar, batang, dan daun (tanaman mini hasil dari perkembangan kalus). Menurut Zulkarnain (2009) beberapa karakteristik khas tanaman hasil perbanyakan kultur *in vitro* diuraikan sebagai berikut:

- a) Daun: planlet memiliki daun-daun yang tipis, lunak, tidak aktif berfotosintesis, dan lebih sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat menerima cahaya secara efisien dan rongga udara mesofil yang lebih besar dibandingkan tanaman normal.
 - b) Akar: sistem perakaran pada planlet yang berasal dari kultur *in vitro* cenderung mudah rusak, dan tidak berfungsi dengan sempurna. Hal ini dikarenakan akar yang terbentuk sedikit atau tidak ada sama sekali.
 - c) Jaringan angkut: sistem pembuluh angkut antar pucuk dan akar sering tidak terhubung dengan sempurna sehingga menyebabkan berkurangnya transportasi air dan unsur hara, dalam keadaan *in vitro planlet* bersifat heterotrof.
 - d) Kemampuan bersimbiosis: *planlet* dari tanaman yang kondisi normal bersimbiosis dengan bakteri atau mikoriza yang memiliki kemampuan bersimbiosis yang sangat terbatas pada saat dipindahkan dari lingkungan *in vitro* ke lingkungan *in vivo*.
- 2) Media, yaitu pemasok dari nutrisi yang berguna untuk menstimulasi pertumbuhan tanaman. Media buatan untuk kultur jaringan tanaman, secara fisik dapat berbentuk semi padat atau cair umumnya mengandung semua unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman, sumber karbon (gula), vitamin dan komponen organik lain, serta zat pengatur tumbuh (ZPT) yang diperlukan bagi eksplan untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh (Yusnita, 2015).
 - 3) Faktor lingkungan, merupakan interaksi antar bahan makanan, wadah kultur dan lingkungan eksternal ruang kultur. Lingkungan eksternal kultur diantaranya seperti suhu, cahaya, CO₂, O₂, etilen, dan kelembapan (Zulkarnain, 2009).

2.1.3.3 Kultur *In Vitro* Kentang

Kentang merupakan tanaman semusim berbentuk perdu. Pada umumnya, perbanyakan tanaman ini secara vegetatif menggunakan umbi. Dewasa ini telah dikembangkan perbanyakan kentang melalui kultur jaringan yaitu dengan pembentukan umbi mikro secara *in vitro*, untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan perbanyakan di lapang.

Menurut Sari, *et al* (n.d.) secara keseluruhan percobaan pemberian zat pengatur tumbuh BAP terhadap tanaman kentang dilakukan dua tahap. Tahap

pertama yaitu memperoleh eksplan daun tanaman kentang. Tahap kedua yaitu pemberian zat pengatur tumbuh BAP pada daun tanaman kentang hasil *in vitro*. Eksplan akan tumbuh menjadi tanaman baru yang digunakan untuk inisiasi multifikasi meriklon. Tunas aksilar yang muncul pada segmen batang akan tumbuh untuk membentuk tunas baru. Semakin banyak tunas pada suatu eksplan semakin banyak pula daun yang akan terbentuk pada eskplan tersebut. (Lestari et al., 2018). Semakin banyak jumlah daun yang tumbuh, maka pertumbuhan eksplan akan semakin baik (Dewanto, Hamami Alfasani. Saraswati & Hadjoeningtjas, 2018).

Adapun parameter pengamatan meliputi: jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan tinggi planlet. Jumlah tunas merupakan faktor terpenting dalam multifikasi tanaman pada kultur jaringan. Dengan banyaknya tunas yang terbentuk maka dapat dilakukan multifikasi kultur sehingga menghasilkan tunas baru dalam jumlah relatif banyak. Perhitungan jumlah tunas dilakukan pada keseluruhan tunas yang muncul pada eksplan baik itu tunas yang berasal dari pemanjangan mata tunas maupun tunas adeventif (bukan berasal dari mata tunas) (Sari et al., n.d.).

Metode penyimpanan stok tanaman kentang *in vitro* yang diterapkan adalah *cryopreservation* (kriopreservasi) dan pertumbuhan lambat (pertumbuhan minimal). Pertumbuhan minimal atau pertumbuhan lambat bertujuan untuk memperlambat pertumbuhan tanaman tersebut. Keuntungan dari pertumbuhan lambat ini adalah terjamin kestabilan genetik dan kemampuan morfogenetik tidak berkurang. Pertumbuhan lambat ini dapat dilakukan dengan menurunkan suhu ruangan simpan, menaikkan osmolaritas media atau penggunaan zat pengatur tumbuh. Keuntungan dari penyimpanan stok tanaman secara *in vitro* adalah bahan tanaman dalam keadaan steril, bebas penyakit, terhindar dari resiko infeksi patogen sistemik, serta dapat disimpan dalam skala kecil dan dapat dilakukan sepanjang tahun (Karjadi, 2016).

2.1.3.4 Media MS

Dalam teknik kultur *in vitro* di perlukan adanya media sebagai salah satu faktor keberhasilan kultur *in vitro*. Menurut Yuwono (2016) “medium yang

digunakan untuk kultur in vitro tanaman dapat berupa medium padat atau cair, yang mengandung lima komponen utama, yaitu: senyawa anorganik, sumber karbon, vitamin, zat pengatur tumbuh dan suplemen organik”.

Media MS (*Murashige and Skoog*) adalah medium padat yang biasanya digunakan untuk menghasilkan kalus yang selanjutnya di induksi membentuk tanaman yang lengkap (*planlet*) (Setiawati *et al*, 2018). Media MS merupakan media yang sangat luas pemakaiannya karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap sehingga dapat digunakan untuk berbagai spesies tanaman. Komposisi untuk membuat media MS adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komposisi medium *Murashige and Skoog*

Komponen	Komposisi
Makronutrien	
NH ₄ NO ₃	1.650 mg
KNO ₃	1.900 mg
CaCl ₂ . 2H ₂ O	332,2 mg
MgSO ₄ . 7H ₂ O	370 mg
KH ₂ PO ₄	170 mg
Mikronutrien	
KI	0,83 mg
H ₃ BO ₃	6,2 mg
MnSO ₄ . H ₂ O	16,9 mg
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	8,6 mg
Na ₂ MoO ₄ . 2H ₂ O	0,25 mg
CuSO ₄ . 5H ₂ O	0,025 mg
CoCl ₂ . 6H ₂ O	0,025 mg
Na ₂ EDTA	37,3 mg
FeSO ₄ . 7H ₂ O	27,8 mg
Vitamin dan Asam Amino	
Thiamin HCL	0,1 mg
Asam nikotinic	0,5 mg

Pyridoxin HCL	0,5 mg
Glycine	2,0 mg
Myo-inositol	100 mg
Sukrosa	20 gr/l
Agar	8 gr/l

Sumber: Zulkarnain (2009)

2.1.3.5 Kepentingan Kultur In Vitro Untuk Pendidikan

Mengembangkan teknik kultur *in vitro* tanaman pada proses kegiatan belajar mengajar selaras dengan kompetensi dasar kelas XII yaitu KD. 3.1 (Menjelaskan pengaruh faktor internal dan faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup) dan KD. 4.1 (Menyusun laporan hasil percobaan tentang pengaruh faktor eksternal terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman). Sehingga peserta didik dapat menjelaskan faktor yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan kultur in vitro seperti media tanam, zat pengatur tumbuh, suhu, eksplan, sterilisasi dan peserta didik juga dapat menyusun laporan hasil percobaan tentang pengaruh faktor eksternal terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Menurut Zulkarnain (2009) teknik kultur jaringan bermanfaat dalam beberapa hal, yaitu: dapat mengaplikasikan perbanyakan massal dari tanaman yang sifat genetiknya identik satu sama lain, stok tanaman mikro, lingkungan terkendali, pelestarian plasma nutfah, produksi tanaman sepanjang tahun, memperbanyak tanaman yang sulit diperbanyak secara vegetatif konvensional. Oleh karena itu, setelah mempelajari teknik kultur in vitro peserta didik dapat menganalisis prinsip-prinsip Bioteknologi khususnya tentang kultur jaringan lalu disajikan dalam bentuk laporan hasil percobaan sehingga mencapai kompetensi dasar kelas XII yaitu KD. 3.10 (Menganalisis prinsip-prinsip Bioteknologi dan penerapannya sebagai upaya peningkatan kesejahteraan manusia) dan KD. 4.10 (Menyajikan laporan hasil percobaan penerapan prinsip-prinsip Bioteknologi berdasarkan *scientific method*).

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Lestari, *et al* (2018) tentang pengujian eksplan kentang dengan penggunaan konsentrasi BAP yang berbeda. Dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa konsentrasi BAP 1 mg L^{-1} merupakan perlakuan yang lebih baik terhadap pertumbuhan tunas meriklon kentang secara *in vitro* dalam menghasilkan jumlah tunas, cabang, daun dan buku pada eksplan meristem interkalar.

Selain itu, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sari, *et al* (n.d.) tentang induksi tunas kentang menggunakan BAP. Dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa BAP pada konsentrasi $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ berpengaruh terhadap pembentukan tunas tanaman kentang sehingga konsentrasi tersebut tunas dapat bermultifikasi dengan baik. Sedangkan Pada parameter jumlah daun, tinggi tunas, jumlah akar dan panjang akar, berat planlet yang tertinggi yaitu konsentrasi BAP 1 mg L^{-1} .

2.3 Kerangka Konseptual

Kentang termasuk salah satu bahan makanan yang banyak mengandung karbohidrat, mineral, dan vitamin. Selain itu kentang merupakan tanaman pangan bernilai ekonomi tinggi yang dapat mendatangkan keuntungan bagi pengusaha industri makanan olahan, pedagang, dan petani yang membudidayakannya. Produksi kentang ditentukan oleh mutu benih, salah satu yang mengakibatkan rendahnya bibit kentang yaitu mutu bibit yang kurang baik. Bibit kentang yang terinfeksi virus akan menurunkan mutu bibit dan akan berlanjut jika bibit kentang bervirus terus dibudidayakan. Salah satu cara untuk menghasilkan bibit kentang yang bermutu baik, perlu dikembangkan teknik perbanyakan alternatif yang lebih potensial yaitu perbanyakan secara *in vitro* menggunakan prinsip kultur jaringan. Proses mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan berperan penting dalam kultur jaringan tanaman. Faktor yang berperan penting dalam pertumbuhan planlet dalam kultur *in vitro* yaitu sterilisasi, eksplan, media mengandung hara lengkap, dan kondisi lingkungannya terkontrol. Teknik kultur jaringan dilakukan dalam kondisi aseptik di dalam botol kultur dengan medium dan kondisi tertentu.

Keberhasilan penggunaan teknik kultur in vitro tergantung pada jenis media atau nutrisi yang digunakan karena berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan serta bibit yang dihasilkan.

Oleh karena itu diperlukan modifikasi pada media tanam yang digunakan untuk pertumbuhan kentang, tunas aksilar kentang berperan penting dalam pembentukan umbi karena tunas tersebut memiliki potensi untuk berkembang menjadi stolon dan jika kondisinya sesuai untuk pembentukan umbi. Salah satu modifikasi tersebut adalah dengan menggunakan media MS (*Murashige and skoog*) karena dalam formulasinya terdapat sumber hara mineral makro, hara mineral mikro, sumber energi, vitamin dan bahan organik lain. Pertumbuhan tanaman pada media MS memerlukan zat pengatur tumbuh sebagai pengendali pertumbuhan yaitu untuk mengatur pertumbuhan dari eksplan, melindungi embrio dari kondisi kekeringan pada media. Zat pengatur tumbuh yang digunakan yaitu BAP. Penggunaan BAP salah satu jenis sitokinin ini bertujuan untuk merangsang terbentuknya tunas, mempengaruhi metabolisme sel, merangsang sel dorman serta mempunyai fungsi utama dalam mendorong pembelahan sel. Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 1,5 ppm, 2 ppm. Konsentrasi BAP yang optimal diharapkan memacu pertumbuhan tanaman bervariasi dan tergantung pada jenis tanaman serta mempunyai efektifitas yang cukup tinggi untuk pertumbuhan tunas.

2.4 Hipotesis Penelitian

Dari kerangka konseptual tersebut dapat diambil suatu hipotesis, sebagai berikut:

- Ho** : Tidak ada pengaruh pemberian hormon BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) terhadap pertumbuhan tunas aksilar kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara *in vitro*.
- Ha** : Ada pengaruh pemberian hormon BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) terhadap pertumbuhan tunas aksilar kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara *in vitro*.