

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Ubi Kayu

Ubi kayu mempunyai banyak nama daerah, di antaranya adalah ketela pohon, singkong, ubi jenderal, ubi Inggris, telo puhung, kasape, bodin, telo jenderal (Jawa), sampeu, huwi jenderal (Sunda), kasbek (Ambon), dan ubi Perancis (Padang).

Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman ubi kayu diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom : Plantae (tumbuh – tumbuhan)

Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)

Subdivisi : Angiospermae (berbiji tertutup)

Kelas : Dicotyledonae (biji berkeping dua)

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Genus : Manihot

Spesies : *Manihot esculenta* Crantz sin. *M. utilissima* Pohl

Suku jarak-jarakan (Euphorbiaceae) mempunyai kerabat dekat cukup banyak, di antaranya adalah karet (*Hevea brasiliensis* Muell) dan jarak (*Ricinus communis*).

Batang tanaman ubi kayu berkayu, beruas-ruas, dan panjang yang ketinggiannya dapat mencapai 3 meter atau lebih. Warna batang bervariasi tergantung kulit luar tetapi batang yang masih muda pada umumnya berwarna hijau dan setelah tua berubah menjadi keputih-putihan, kelabu, hijau kelabu, atau coklat kelabu.

Empulur batang berwarna putih, lunak dan strukturnya empuk seperti gabus.

Daun ubi kayu mempunyai susunan berurat menjari dengan canggap 5-9 helai.

Daun ubi kayu biasanya mengandung racun asam sianida atau asam biru, terutama daun yang masih muda (pucuk).

Ubi yang terbentuk merupakan akar yang berubah bentuk dan fungsinya sebagai tempat penyimpanan makanan cadangan. Bentuk ubi biasanya bulat memanjang, daging ubi mengandung zat pati, berwarna putih gelap atau kuning gelap dan tiap tanaman dapat menghasilkan 5-10 stek ubi kayu (Rukmana, 1997).

2.2 Syarat Tumbuh

Tanaman ubi kayu tumbuh dan berproduksi di dataran rendah sampai dataran tinggi yaitu antara 10 m – 1.500 m dpl. Daerah yang paling ideal (baik) untuk mendapatkan produksi yang optimum adalah daerah dataran rendah yang berketinggian antara 10 m – 700 m dpl. Tanaman ubi kayu membutuhkan kondisi iklim yang ideal adalah daerah yang bersuhu minimum 10⁰C, kelembaban udara (RH) 60%-65% dengan curah hujan 700 mm – 1.500 mm/tahun, tempatnya terbuka dan mendapat penyinaran matahari 10 jam/hari.

Hampir semua jenis tanah pertanian cocok ditanami ubi kayu karena tanaman ini toleran terhadap berbagai jenis dan tipe tanah. Jenis tanah yang paling ideal adalah

jenis aluvial, latosol, padsolik merah kuning, mediteran, grumosol, dan andosol (Rukmana, 1997).

2.3 Perbanyak Tanaman Ubi Kayu *In Vitro*

Menurut Yusnita (2003), kultur jaringan tanaman merupakan suatu teknik menumbuhkembangkan bagian tanaman, baik berupa sel, jaringan, atau organ dalam kondisi aseptik secara *in vitro*. Kendala dalam memperbanyak tanaman singkong adalah sulit untuk mendapatkan tanaman yang unggul dalam jumlah banyak. Pengembangan menggunakan stek membutuhkan waktu yang cukup lama. Salah satu cara yang cepat sekaligus mempertahankan sifat unggul induk adalah menggunakan metode kultur jaringan.

2.4 Media Kultur Jaringan

Formulasi media yang biasa digunakan untuk pengulturan dalam menumbuhkan dan perbanyak ubi kayu adalah media Murashige dan Skoog (1962) yang komponennya terdiri dari hara makro, mikro, Ca, Fe, vitamin, mioinositol, gula, zat pengatur tumbuh, dan bahan pematat media seperti agar-agar (Yusnita, 2003).

Menurut Gamborg dan Phillips (1995) media Murashige dan Skoog (MS) merupakan media yang biasa digunakan dalam kultur jaringan dan untuk regenerasi hampir seluruh jenis tanaman. Kelebihan dari media MS adalah kandungan nitrat, kalium, dan ammonium yang lebih tinggi.

Menurut Pierik (1987), agar-agar yang digunakan dalam pembuatan media berfungsi untuk menyangga eksplan dan penyumbang komponen organik dan

anorganik dalam media kultur. Jenis agar-agar yang sering digunakan dalam penelitian kultur jaringan adalah Difco-bacto agar, Difco-purified agar, Taiyo agar (TC agar). Agar-agar untuk kue yang tersedia di pasar dari berbagai merek juga dapat digunakan dengan penggunaan konsentrasi agar dalam media yang berbeda-beda sesuai dengan jenis agarnya.

Tingkat keasaman (pH) merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan media kultur jaringan. Kisaran pH untuk media yaitu 5-6,5 dan yang optimum yaitu 6. Tingkat keasaman yang kurang dari 4,5 atau lebih dari 7 pada umumnya akan menghentikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara *in vitro* (Pierik, 1987). Dalam menyerap unsur hara dan zat pengatur tumbuh dari media oleh eksplan dan kemampuan agar dalam membentuk gel juga dipengaruhi oleh pH media yang digunakan (George, 2008).

2.5 Zat Pengatur Tumbuh

Menurut Salisbury dan Ross (1995), hormon tumbuhan adalah senyawa organik yang disintesis di salah satu bagian tumbuhan dan dapat ditranslokasikan ke bagian lain, dan pada konsentrasi yang rendah mampu menimbulkan suatu respons fisiologis.

Zat pengatur tumbuh dapat dikelompokkan menjadi lima yaitu auksin, giberelin, sitokinin, asam absisat, dan etilen. Zat-zat pengatur tumbuh tersebut dapat mengawali reaksi-reaksi biokimia di dalam tanaman. Sebagai akibat perubahan komposisi kimia terjadi pembentukan organ-organ tanaman seperti akar, tunas, daun, bunga, dan lian-lain. Zat pengatur tumbuh tidak bekerja sendiri di dalam

proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tetapi berinteraksi dengan faktor-faktor lingkungan lainnya misalnya temperatur dan cahaya (Wattimena, 1988).

Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa dengan hanya menggunakan auksin, yang mula-mula dianggap sebagai hormon pertumbuhan hanya terjadi pemanjangan sel. Pertumbuhan kalus yang cepat karena pembelahan dan pemanjangan sel terjadi dengan adanya auksin ditambah dengan senyawa yang memacu pembelahan sel (sitokinensis) misalnya *coconut water* (air kelapa), ekstrak khamir, kinetin ataupun basa purin adenine yaitu 6-aminopurin.

IAA adalah auksin endogen yang terbentuk dari tryptophan yang merupakan suatu senyawa dengan inti indole. Di dalam proses biosintesis, tryptophan berubah menjadi IAA dengan membentuk *indole pyruvic acid* dan *indole-3-acetaldehyde*. IAA dapat juga terbentuk dari tryptamine yang selanjutnya menjadi *indole-3-acetaldehyde acid* (IAA) (Abidin, 1990)

Auksin mempunyai peran yang sangat besar dalam aspek pertumbuhan dan perkembangan yaitu perakaran, dominansi apikal, fototropi, geotropi, dan elongasi. Dua wujud pengaruh utama dari auksin pada proses pemanjangan sel yaitu kenaikan plastisitas dinding sel dan berperan secara langsung atau tidak langsung pada penambahan selulosa yang diendapkan pada dinding sel (Wattimena, 1988).

Menurut Heddy (1986), auksin akan memperkuat rangsangan atau hambatan terhadap pertumbuhan bergantung pada konsentrasinya di dalam jaringan.

Konsentrasi yang relatif tinggi biasanya memperkuat hambatan terhadap fase pertumbuhan. Oleh karena itu, pemakaian auksin sintetik dengan konsentrasi yang relatif tinggi juga dapat mengakibatkan pertumbuhan yang tidak normal.

Skoog, Strong, dan Miller (1965) yang dikutip oleh Wilkins (1992) menyatakan bahwa sitokinin adalah bahan kimia yang dapat meningkatkan sitokinesis (pembelahan sel) di dalam sel-sel berbagai sumber tanaman. Sitokinin pertama kali ditemukan dalam kultur jaringan tembakau di laboratories of Skoog and Strong University of Wisconsin. Material yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah batang tembakau yang ditumbuhkan pada media buatan.

Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) dari golongan sitokinin seperti *benziladenine* (BA) merupakan salah satu ZPT yang banyak digunakan dalam kultur *in vitro* karena untuk memacu pembentukan tunas dengan daya aktifitas yang kuat mendorong proses pembelahan sel (George, 2008). Menurut Gunawan (1992), sitokinin mempunyai peran fisiologis antara lain, mendorong pembentukan tunas adventif, mendorong pembungaan, menghambat pembentukan akar, memperlambat penuaan, dan mendorong pembukaan stomata.

Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa pembentukan tunas baru terjadi karena dipacu oleh adanya rasio antara sitokinin dan auksin yang tinggi. Dia menduga bahwa dominansi pada ujung mengakibatkan pertumbuhan tunas lateral dihambat sehingga sumber sitokinin yang berasal dari luar akan merangsang pertumbuhan tunas lateral.

Peningkatan kadar sitokinin akan mendorong pembelahan sel pada bagian tunas dan akan mengubahnya menjadi meristem yang aktif. Bila jaringan meristematik (sel-sel yang aktif membelah) terjadi, auksin dibutuhkan untuk mempertahankan laju metabolisme yang tinggi dan diperlukan untuk pemanjangan sel.

2.6 Eksplan

Eksplan adalah bahan tanaman yang dikulturkan. Dalam perbanyakan tanaman secara kultur jaringan, eksplan merupakan faktor penting penentu keberhasilan. Selain itu genotipe, umur ontogenik, umur fisiologis, dan ukuran eksplan yang digunakan merupakan hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam memilih eksplan.

Pemilihan bagian tanaman sebagai eksplan tergantung pada (1) jenis kultur yang diinisiasikan, (2) tujuan kultur, (3) spesies tanaman yang digunakan (George, 1996). Bagian tanaman yang dapat digunakan sebagai eksplan adalah biji atau bagian-bagian biji seperti aksis embrio atau kotiledon, tunas pucuk, potongan batang satu buku (*nodal explant*), potongan akar, potongan daun, potongan umbi batang, umbi akar, empulur batang, umbi lapis dengan sebagian batang, dan bagian bunga. Ukuran eksplan juga berpengaruh terhadap keberhasilan kultur jaringan. Eksplan yang berukuran besar beresiko kontaminasi lebih tinggi dibandingkan dengan yang berukuran kecil, tetapi kemampuan hidupnya lebih besar dan tumbuhnya lebih cepat. Sebaliknya, eksplan berukuran kecil (meristem atau tunas pucuk) kemungkinan terkontaminasinya jauh lebih kecil tetapi pertumbuhannya lebih lambat (Yusnita, 2003).

Salah satu metode pembiakan *in vitro* adalah dengan mendorong munculnya tunas samping (*axillary branching*) dari eksplan ujung tunas atau stek saru buku, kemudian membentuk tunas-tunas majemuk, seperti pada kultur pisang, vanili, nenas, dan stroberi. Metode ini sering digunakan karena relatif sederhana, aberasi genetik sangat kecil, dan tanaman yang dihasilkan tumbuh dengan baik karena terjadinya rejuvenasi (Yusnita, 2003).

2.7 Kondisi Lingkungan Kultur

Lingkungan kultur adalah kondisi fisik tempat suatu kultur ditumbuhkan. Cahaya, temperatur, dan kelembaban merupakan kondisi yang perlu diperhatikan dalam lingkungan *in vitro* (George, 2008).

Menurut Yusnita (2003), kualitas cahaya akan mempengaruhi arah diferensiasi jaringan dan dibutuhkan untuk mengatur proses morfogenetik tertentu. Dalam pencahayaan untuk tahap inisiasi dan multiplikasi tunas digunakan lampu fluorescent (TL). Intensitas cahaya yang optimum digunakan pada kultur tahap inisiasi kultur adalah 0-1000 lux, tahap multiplikasi sebesar 1000-10.000 lux, tahap pengakaran sebesar 10.000-30.000 lux, dan tahap aklimatisasi sebesar 30.000 lux.

Kesehatan tanaman yang dikulturkan juga dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang umum digunakan untuk pengultural berbagai jenis tanaman $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Apabila suhu yang digunakan terlalu rendah (kurang dari 20°C) dapat menghambat pertumbuhan karena proses fisiologis yang berkaitan dengan kerja enzim yang terganggu atau enzim yang tidak aktif dan suhu yang terlalu tinggi (lebih dari

32⁰C) akan membuat tanaman merana karena protein dan enzim yang ada di dalam tanaman akan terurai atau terhidrolisis (Yusnita, 2003). Selain itu, kenaikan suhu yang lebih dari 32⁰C juga dapat mengaktifkan spora jamur dan bakteri untuk berkembang biak di dalam ruang kultur sehingga kontaminasi eksplan menjadi tinggi.

2.8 Pembiakan *In Vitro* Ubi Kayu

Eksplan yang biasa digunakan untuk pembiakan singkong secara *in vitro* adalah mata tunas. Kultur mata tunas merupakan salah satu cara dalam perbanyakan secara *in vitro* dengan menggunakan mata tunas aksilar sebagai eksplan. Menurut Armini *et al.* (1992) teknik kultur mata tunas ini digunakan apabila ada pengaruh apikal dominan pada kultur pucuk sehingga pucuk aksilar menjadi dorman. Terdapat dua cara yang dapat digunakan dalam kultur mata tunas ini, yaitu:

1. Buku yang mengandung satu mata tunas aksilar ditempatkan horizontal di atas media padat.
2. Pucuk yang mengandung mata tunas lateral semuanya dikulturkan horizontal di atas media tanpa dipotong-potong (*in vitro layering*).

Multiplikasi tunas atau penggandaan tunas adalah perbanyakan eksplan yang berasal dari inisiasi kultur mata tunas ataupun kultur kalus dimana eksplan dapat ditanam pada media yang sama tanpa melalui pemindahan ke media baru. Tahap multiplikasi ini juga merupakan tahap pembentukan tunas adventif dan tunas

aksilar yang tumbuh dari mata tunas adventif secara bersama-sama (Armini *et al*, 1992).

Subkultur adalah pemindahan kultur ke media yang baru, baik yang sama maupun berbeda komposisi kimianya. Subkultur merupakan kebutuhan untuk memperbanyak tanaman dan mempertahankan kultur (George dan Sherrington, 1984). Sub kultur diperlukan bila unsur hara dan hormon dalam media telah berkurang atau habis untuk merubah pola pertumbuhan dan perkembangan kultur dan bila kultur telah memenuhi wadah atau botol (Pierik, 1987).

Media yang digunakan yaitu media MS. Untuk pola regenerasi terjadi secara langsung. Hartman *et al*. (1983) menyatakan bahwa induksi tunas adventif, termasuk inisiasi perkembangan tunas adventif dari eksplan maupun dari kalus sebagai akibat adanya pelukaan dan perlakuan zat pengatur tumbuh.