

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tanaman Sengon

Sengon yang mempunyai nama latin *Falcataria moluccana* merupakan salah satu jenis yang dikembangkan dalam pembangunan Hutan Tanaman Industri maupun Hutan Rakyat di Indonesia. Di Indonesia sengon memiliki beberapa nama lokal antara lain: jeungjing (Sunda), sengon laut (Jawa), sika (Maluku), tedehu pute (Sulawesi), bae, wahogon (Irian Jaya). Sengon merupakan jenis tanaman cepat tumbuh yang paling banyak dibudidayakan dengan pola *agroforestry* oleh masyarakat Indonesia, khususnya di Jawa. Sengon dipilih karena memiliki beberapa kelebihan, antara lain: masa masak tebang relatif pendek (5-7 tahun), pengelolaan relatif mudah, persyaratan tempat tumbuh tidak rumit, kayunya serbaguna, membantu menyuburkan tanah dan memperbaiki kualitas lahan, dan dapat memberikan kegunaan serta keuntungan yang tinggi, misalnya untuk produksi kayu pertukangan, bahan bangunan ringan di bawah atap, bahan baku pulp dan kertas, peti kemas, papan partikel dan daunnya sebagai pakan ternak (Baskorowati, 2014).

Sengon mulai banyak dikembangkan sebagai hutan rakyat karena dapat tumbuh pada sebaran kondisi iklim yang luas, tidak menuntut persyaratan tempat tumbuh yang tinggi. Prospek penanaman sengon cukup baik, hal ini karena kebutuhan akan kayu sengon mencapai 500.000 m<sup>3</sup> per tahun. Dengan adanya permintaan kayu yang tinggi ini maka permintaan benih sengon juga semakin meningkat karena berkembang luasnya penanaman sengon untuk hutan tanaman industri dan hutan rakyat (Baskorowati, 2014).

Sengon paling banyak dibudidayakan dengan biji. Keuntungan perbanyak dengan biji adalah mendapat bibit dalam jumlah yang banyak dalam waktu yang relatif singkat. Biji sengon mempunyai daya kecambah yang sangat cepat, dimana hanya membutuhkan waktu 7 hari untuk mencapai 100% kecambah (Baskorowati,2014). Namun demikian bibit yang dihasilkan dari biji tidak memiliki sifat yang sama dengan induknya. Oleh karena itu bibit sengon yang unggul dan memiliki sifat sama dengan induknya dapat diperoleh melalui perbanyak secara vegetatif yaitu dengan perbanyak secara *in vitro*. Teknik ini dapat menghasilkan jutaan benih dalam satu kali proses pembenihan. Kultur *in vitro* menghasilkan tanaman baru dalam jumlah besar dalam waktu singkat dengan sifat dan kualitas yang sama dengan tanaman induk (Zulkarnain, 2009). Regenerasi dan multiplikasi sengon melalui kultur *in vitro* sebagai metode *in vitro* untuk seleksi toleransi terhadap penyakit belum banyak dilaporkan (Sukartinengsih *et. al.*, 2002 ; Sumiasri *et. al.*, 2006 ; Putri 2016). Penelitian kultur *in vitro* sebelumnya yang telah dilakukan adalah menggunakan materi nodul atau kotiledon generatif tanaman sengon yang diperoleh secara *in vitro* (Krisnawati *et. al.*, 2011 ; Chujo *et. al.*, 2010).

### **B. Kultur In Vitro**

Kultur *in vitro* adalah penerapan teori totipotensi, didefinisikan sebagai teknik isolasi bagian tanaman dan menumbuhkannya secara aseptis pada media buatan yang kaya akan nutrisi dan mengandung zat pengatur tumbuh. Tiap sel terstimulasi untuk memperbanyak diri dan akhirnya beregenerasi menjadi tanaman lengkap kembali. Menurut sifat totipotensi sel, bagian tanaman yang

diambil akan dapat tumbuh menjadi individu baru yang lengkap apabila diletakkan di media yang sesuai (Hendaryono dan Wijayani, 1994).

Menurut Hendaryono dan Wijayani (1994), keberhasilan kultur *in vitro* ditentukan oleh beberapa faktor yaitu, asal eksplan seperti bagian; tunas, biji, daun, akar atau bunga, umur tanaman (umumnya tanaman yang telah mencapai fase generatif lambat pertumbuhannya dibandingkan tanaman muda), genotipe tanaman, media kultur yang mencangkup pemberian unsur hara yang lengkap dan tepat sesuai dengan eksplan. Ketepatan dalam pemberian takaran unsur hara karena pertumbuhan eksplan sangat bergantung pada susunan zat makanan yang terlarut dalam media, selain itu keberhasilan kultur *in vitro* juga dipengaruhi penambahan zat pengatur tumbuh dalam media.

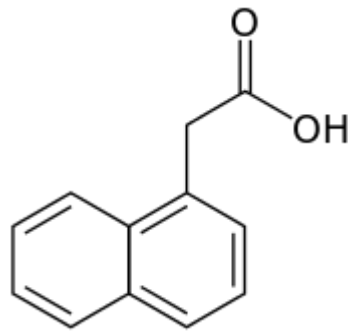
### **C. Zat Pengatur Tumbuh**

Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) adalah senyawa organik bukan nutrisi yang dalam konsentrasi rendah ( $< 1$  mM) dapat mendorong, menghambat atau secara kualitatif mengubah pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Intan, 2008). ZPT yang sering digunakan dalam kultur *in vitro* adalah dari golongan auksin dan sitokinin. Perbandingan konsentrasi auksin dengan sitokinin akan menyebabkan pertumbuhan yang berbeda pada eksplan.

ZPT golongan auksin yang sering digunakan dalam kultur *in vitro* adalah *Naphtalene acetic acid* (NAA). NAA memiliki sifat kimia lebih stabil dibanding IAA, karena tidak mudah terurai oleh enzim-enzim yang dikeluarkan sel atau pemanasan pada proses sterilisasi (Wetter dan Constabel, 1991). NAA merupakan auksin sintetik yang sering digunakan karena memiliki sifat yang lebih tahan,

tidak terdegradasi dan lebih murah. Mekanisme kerja auksin adalah dengan menginisiasi pemanjangan sel dan juga memacu protein tertentu yang ada di membran plasma sel tumbuhan untuk memompa ion  $H^+$  ke dinding sel. Ion  $H^+$  mengaktifkan enzim tertentu sehingga memutuskan beberapa ikatan silang hidrogen rantai molekul selulosa penyusun dinding sel. Sel tumbuhan kemudian memanjang akibat air yang masuk secara osmosis (Fahmi, 2014).

Struktur kimia ZPT NAA disajikan pada gambar 1.



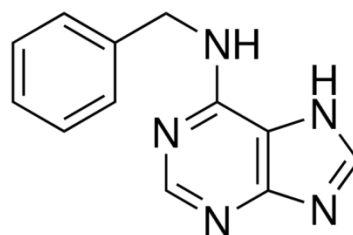
Gambar 1. Struktur Kimia Naphtalene Acetic Acid (NAA)

Menurut Nurnasari dan Djumali (2012), penggunaan ZPT NAA pada tanaman jarak pagar menunjukkan konsentrasi NAA mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman, diameter kanopi dan jumlah cabang serta produksi jumlah buah, bobot 100 biji dan kadar minyak tanaman jarak pagar. Pemberian NAA mampu meningkatkan jumlah buah terpanen dan bobot 100 biji masing-masing sebesar 26,64 dan 5,07 % dan menurunkan kadar minyak sebesar 3,05 % dari kontrol. Konsentrasi 1000 ppm NAA mampu meningkatkan 100 biji masing-masing sebesar 35,09 dan 2,99 % serta menurunkan kadar minyak sebesar 3,58 %.

Sitokinin merupakan ZPT yang banyak digunakan untuk memacu inisiasi dan proliferasi tunas. Aktivitas yang terutama ialah mendorong pembelahan sel,

menginduksi tunas adventif dan dalam konsentrasi tinggi menghambat inisiasi akar. Diantara beberapa jenis sitokinin, sitokinin tipe urea seperti *Thidiazuron* (TDZ) memiliki aktivitas lebih kuat dibanding tipe purin atau adenine seperti *6-benzylaminopurin* (BAP). Sitokinin alami yang biasa digunakan adalah zeatin dan kinetin. Salah satu jenis sitokinin sintetis adalah *6-benzylaminopurin* (BAP). Pemberian sitokinin dengan konsentrasi lebih tinggi (1-10 mg/l) dapat menginduksi pembentukan tunas aksiler dengan cara menurunkan dominansi apikal dan menghambat penuaan. Pembentukan tunas adventif terdorong, namun akan menghambat pertumbuhan akar (Pierik, 1987). Hal tersebut didukung oleh Sugiyanti (2008), pemberian BAP yang lebih tinggi daripada NAA dapat mendorong pembentukan tunas Zodia secara *in vitro*. Pemberian kombinasi konsentrasi  $B_3N_1$  (BAP 3 mg/l dan NAA 1 mg/l) menghasilkan pertumbuhan tunas terbaik, yaitu terbentuknya kalus pada semua perlakuan, pembentukan tunas pada umur 2 minggu setelah tanam, dan jumlah tunas terbanyak.

Struktur kimia ZPT BAP disajikan pada gambar 2.



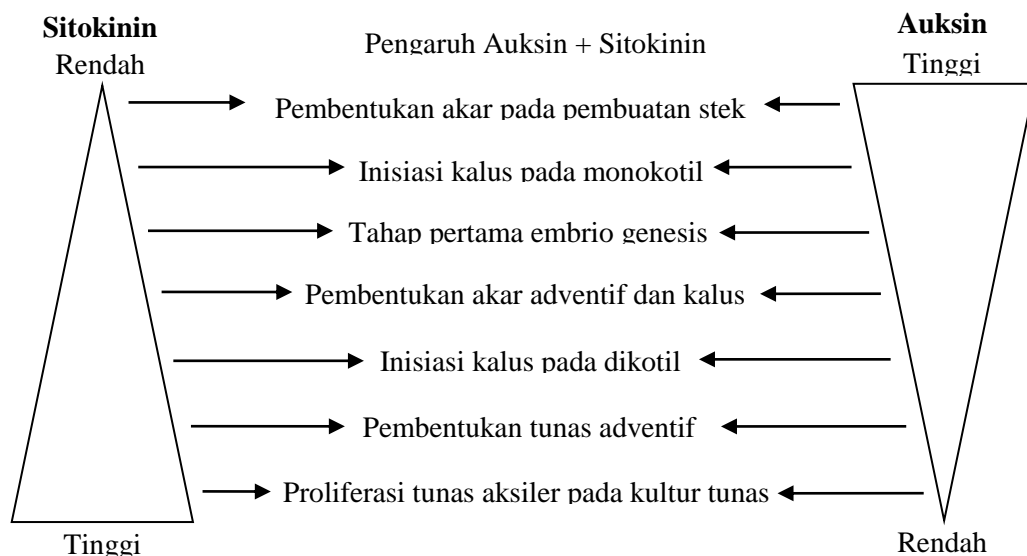
Gambar 2. Struktur Kimia 6-benzylaminopurin (BAP)

Secara fisiologi, pertumbuhan dominansi apikal pada akar eksplan akan terhambat dengan konsentrasi sitokinin yang tinggi (Mante and Tropper, 1983). Sitokinin menghambat pembentukan akar lateral melalui pengaruhnya pada sel

perikel dan memblok program pengembangan pembentukan akar lateral (Santoso, 2013).

Interaksi antara konsentrasi auksin dan sitokinin juga mempengaruhi banyak aspek diferensiasi sel dan organogenesis pada kultur *in vitro*. Tunas adventif *Phellodendron amurense Rupr.* berhasil diregenerasikan dari kalus selama 4 minggu yang dikulturkan dalam media MS yang terdiri dari 1, 5 mg/l BAP dan 1 mg/l NAA (Azad *et al.*, 2005). Silvaa *et al.* (2006) menyimpulkan bahwa konsentrasi 1, 2, 3 mg/l BAP yang dikombinasikan dengan 0,5 mg/l NAA mampu menginduksi organogenesis internodus '*Bahia*' sweet orange (*Citrus sinensis L. Osbeck*).

Keseimbangan antara kedua ZPT ini yang diperlukan untuk pertumbuhan atau diferensiasi pada kultur *in vitro* diilustrasikan oleh George (1993) pada gambar 3.



Gambar 3. Keseimbangan konsentrasi antara ZPT golongan auksin dan sitokinin yang diperlukan untuk pertumbuhan dan diferensiasi pada kultur *in vitro*.

#### **D. Penyakit Karat Tumor**

Penyakit karat tumor pada sengon di Indonesia pertama kali dilaporkan pada tahun 1996 di Pulau Seram, Maluku, tetapi saat itu untuk pengendaliannya belum mendapat perhatian. Sementara di Sorowako, Sulawesi Selatan, pada awal tahun 2005 ditemukan penyakit karat tumor pada pertanaman sengon di lokasi rehabilitasi bekas pertambangan timah. Meskipun epidemik baru terjadi pada tahun 2005, namun diyakini bahwa penyakit telah ada sejak empat-lima tahun sebelumnya. Pada awal tahun 2008 dilaporkan bahwa penyakit karat tumor terdapat di daerah Batu Putih, Kalimantan Timur. Penyakit karat tumor juga telah menyebar di wilayah Bali Timur pada tahun 2007, terutama di daerah Bangli Barat dan Kintamani. Penyakit dengan nama lain *gall rust* ini telah menyebar luas hampir di seluruh wilayah Bali Barat dan Kintamani. Penyebaran telah mencapai sekitar 80 persen, terutama di daerah yang memiliki ketinggian di atas 50 mdpl. Penyakit ini juga diperkirakan dapat menyebar di dataran tinggi sekitar Gunung Agung, yaitu di Baturiti, Bedugul, Kintamani, Besakih, juga Bali dan Batu Raja. Taman Nasional Bali Barat diperkirakan telah mendapat serangan karat tumor lebih awal daripada di Bangli Barat. Hal ini berkaitan dengan arah pergerakan angin dan jarak yang dekat dengan Banyuwangi. Tanaman sengon di wilayah Bedugul, Ubud, Sepang, Tirtagangga dan Karangasem juga memiliki potensi yang tinggi terancam serangan karat tumor (Corryanti dan Novitasari, 2015).

Penyebab penyakit karat tumor pada sengon ialah jenis fungi *Uromycladium falcatarium*. Jenis fungi karat umumnya masuk dalam divisi *Basidiomycotina*, kelas *Urediniomycetes*, ordo *Uredinales*, famili *Pileolariaceae*. Seperti patogen karat yang lain maka *Uromycladium* juga bersifat parasit obligat

yang hanya dapat hidup apabila memarasit jaringan hidup. Pada *U. tepperianum*, spora yang memegang peran penting dalam pembiakan dan pemencarannya adalah teliospora yang dibentuk dalam jumlah besar. Teliospora mempunyai bentuk spesifik yaitu mempunyai struktur yang berjalur (seperti payung), bergerigi dan setiap satu tangkai terdiri dari tiga teliospora. Ukuran Teliospora yaitu lebar berkisar antara 13-18  $\mu\text{m}$  dan panjang 17-26  $\mu\text{m}$  (Anggraeni, dan Lelana, 2011).

Penularan penyakit dapat terjadi melalui penyebaran *teliospora* dengan bantuan air (embun), angin, serangga dan manusia. Untuk perkecambahan teliospora diperlukan air, dan lamanya waktu berkecambah sangat tergantung pada suhu dan kondisi berkabut atau gelap juga mempercepat perkecambahan teliospora. Teliospora sendiri tidak dapat menginfeksi inang. Teliospora harus berkecambah membentuk basidiospora, yang terbentuk kurang lebih 10 jam setelah inokulasi. Basidiospora inilah yang dapat secara langsung melakukan penetrasi menembus epidermis dan membentuk hifa di dalam ataupun di antara sel-sel epidermis, xilem dan floem. Setelah tujuh hari inokulasi, hifa vegetatif karat tumor ini berkembang menjadi piknia sebagai pustul coklat yang memecah epidermis (Anggraeni dan Lelana, 2011).

Infeksi dapat terjadi pada biji, semai maupun tanaman dewasa di lapangan. Semua bagian tanaman meliputi pucuk daun, daun, tangkai daun, cabang, batang, bunga dan biji dapat terinfeksi oleh fungi patogen tersebut. Pada semai sengon, batanglah yang merupakan bagian tanaman yang paling rentan terhadap serangan fungi karat. Fungi karat masih bisa tetap hidup di musim kemarau atau kering



pada bagian tanaman yang terserang. Pada waktu mulai musim hujan serangan akan bertambah dan terus tersebar selama musim hujan (Anggraeni dan Lelana , 2011).

Menurut kepala pusat informasi kehutanan Jakarta dalam siaran pers Nomor : S.256/PIK-1/2009 dalam Anggraeni dan Lelana (2011) tentang pencegahan dan pengendalian penyakit karat puru atau karat tumor, upaya serius untuk pencegahan dan pengendalian penyakit karat puru ini perlu dilakukan secara terpadu oleh Badan Litbang Kehutanan, Ditjen BPK, Ditjen RLPS, Pusdiklat Kehutanan, Pusbinluh, Pusinfo, Perum Perhutani, PT Inhutani 1 – V, APHI dan APKINDO. Upaya pencegahan dan pengendalian dilakukan mencakup 3 (tiga) tahapan :

1. Praepidemi : yaitu dengan cara promotif meliputi sosialisasi atau diseminasi. Penyuluhan cara-cara pencegahan, serta preventif dengan menghindari tanaman monokultur. Cara ini meliputi kegiatan silvi kultur antara lain : pengaturan jarak tanam, pemupukan yang tepat, pemangkasan, pengendalian gulma secara selektif, menggunakan pola tanam multikultur.
2. Epidemi : yaitu dengan cara eradikasi; tebang pohon yang berpenyakit; isolasi ; penjarangan pohon; terapi dengan pengobatan campuran belerang, kapur dan garam dengan komposisi belerang 1 kg + kapur 1 kg (1:1) + air 10/20 liter diaduk hingga rata. Bagian tanaman yang terserang dibersihkan dari tumornya kemudian disemprot atau dioles larutan belerang kapur.
3. Pasca Epidemi : dengan cara rehabilitasi, pemuliaan pohon (benih, bibit unggul tahan penyakit), dan konversi jenis tanaman.

Berdasarkan hal tersebut dengan teknik kultur *in vitro* dapat memberikan peran dalam pengendalian penyakit karat tumor pasca epidemi, yaitu dengan penyiapan bibit unggul tahan penyakit.

### **E. Toleransi terhadap Penyakit**

Di alam, tanaman selalu menghadapi tekanan lingkungan yang bersifat antagonis kompleks secara bersamaan dari berbagai faktor biotik maupun abiotik diantaranya adalah dari serangan penyakit. Lebih dari setengah organisme di alam adalah pathogen atau parasit. Penyakit dapat membentuk struktur komunitas alam (Dobson dan Crawley, 1994 ; Evans, 1986) dan membentuk evolusi ( May dan Anderson, 1983). Proses evolusi juga terjadi pada tanaman yang mengakibatkan adanya kemampuan sistem mekanisme pertahanan ganda yaitu terciptanya interkoneksi multi jalur respon sinyal ketahanan terhadap faktor-faktor cekaman tersebut (Bostock, 2005 ; Kusnierczyk, *et al* 2007).

Sistem pertahanan tanaman terhadap serangan penyakit dapat diperoleh melalui konsep tahan (*resistance*) maupun toleran (*tolerance*) untuk bertahan hidup dan berproduksi walaupun infeksi masih berlangsung (Clarke, 1986). Sesuai dengan konsensus resistensi dan toleransi (Clarke, 1986 ; Fineblum dan Reusher 1995), konsep ketahanan adalah kemampuan mencegah atau mengurangi infeksi dan membatasi perluasannya, sedangkan toleransi adalah kemampuan untuk mengurangi atau mengimbangi hilangnya kekokohan (*fitness*) sebagai konsekuensi pengaruh infeksi tersebut. Strategi ketahanan tanaman inang terhadap infeksi pada prinsipnya adalah menghambat dan membersihkan penyebaran infeksi secara cepat sehingga mengurangi durasi infeksi dan mengurangi

reproduksi parasit. Hal ini dilakukan dengan adanya hambatan (kulit, lendir, senyawa kimia dan rambut daun) mekanisme kekebalan serta kematian sel lokal. Toleransi melibatkan beberapa tingkat kompensasi dari kerusakan akibat serangan penyakit, yaitu tanaman dapat mentolerir infeksi dengan meningkatkan konsentrasi klorofil di daun, memajukan waktu pecah tunas (*bud break*), menunda penuaan jaringan yang terinfeksi dan meningkatkan serapan hara (Paigi dan Whitham, 1987; Marquis, 1992; Rosenthal dan Welter 1995).

#### **F. Hipotesis**

Perlakuan pemberian BAP 3 ml/l dan NAA 0,5 ml/l diduga merupakan kombinasi perlakuan yang paling optimal dalam perbanyak tunas tanaman sengon toleran karat tumor.