

## **BAB VIII**

### **HORMON DAN ZAT PENGATUR TUMBUH**

#### **A. PENDAHULUAN**

##### **Deskripsi Singkat**

Bab ini akan menjelaskan tentang hormon dan zat pengatur tumbuh.

Pada bab ini dibahas :

1. Konsep hormon dan cara kerjanya
2. Auksin
3. Giberelin
4. Sitokinin
5. Etilen
6. Asam absisat (ABA)

##### **Relevansi**

Pembahasan bab ini sangat berkaitan dengan materi sebelumnya. Hormon dan zat pengatur tumbuh turut mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan.

##### **Kompetensi Khusus**

Mahasiswa dapat menjelaskan hormon dan zat pengatur tumbuh pada tumbuhan

## **B. PENYAJIAN**

### **8. Hormon dan Zat Pengatur Tumbuh**

#### **8.1 Konsep hormon dan cara kerjanya**

Pertumbuhan ditentukan oleh kerja sama antara faktor genetic dan faktor dalam lainnya dengan lingkungan. Karena tumbuhan tingkat tinggi merupakan system banyak sel, maka dapat dibedakan antara faktor dalam sel dan di luar sel. Pengaruh gen tentu berkaitan dengan pengaturannya pada proses metabolisme, yang tidak dapat dipisahkan dari aktivitas enzim yang merupakan hasil pengaturan gen. Ini berarti ada saling pengaruh di antara faktor- faktor dalam tersebut.

#### **Faktor genetik:**

Pada dasarnya gen terbagi atas 4 kelompok yaitu :

1. *gen yang aktif*, artinya ada atau tidak ada rangsang dari luar tetap aktif bekerja.
2. *gen yang inaktif*, artinya tetap tidak bekerja meskipun ada rangsang dari luar.
3. *gen yang potensial aktif*, artinya bila ada rangsang gen ini dapat berubah dari keadaan tidak aktif menjadi aktif.
4. *gen yang potensial inaktif*, gen ini aktif tetapi dapat dibuat inaktif.

Aktifa atau inaktifnya gen ditentukan oleh bekerja tidaknya represor. Represor ini menghambat kerja gen operator, sehingga gen structural tidak dapat bekerja. Dapat dipahami di sini bahwa faktor genetic akan menentukan gen structural mana yang bekerja dan protein atau inzim mana yang dibentuk.

Yang mampu menghilangkan hambatan represor adalah efektor yang dapat berupa substrat yang harus dipecah enzim. Dalam hal ini terjadi induksi substrat. Dapat diterik analogi bahwa lingkungan dapat menentukan protein apa atau gen mana yang aktif bekerja sehingga terjadi diferensiasi.

Senyawa yang dihasilkan oleh aktivitas gen dapat pula menghambat kerja gen, karena senyawa itu dapat mengaktifkan represor (yang semula inaktif) sehingga memblokir kerja gen operator.

Hambatan kerja gen dapat terjadi karena histon, salah satu protein penyusun DNA. Sebagai bagian dari protein struktural, histon dapat menghambat aktivitas gen di seluruh kromosom atau bagian kromosom tertentu, atau histon itu menghambat aktivitas menghambat proses transkripsi dari gen struktural ke mRNA.

Pengaturan lainnya lewat mekanisme translasi, artinya pembentukan mRNA berjalan normal, tetapi pembentukan tRNA tidak berlangsung, sehingga sintesis protein terganggu.

#### **Faktor enzim :**

Karena pertumbuhan merupakan hasil dari sederet reaksi, metabolisme akan menentukan reaksi tersebut. Pengaturan metabolisme akan menentukan reaksi tersebut. Pengaturan metabolisme oleh enzim dapat terjadi karena adanya :

1. *hambatan isosterik* : hambatan oleh senyawa yang serupa substrat terhadap aktivitas enzim sehingga enzim tidak dapat bekerja.
2. *hambatan alosterik* : pada molekul enzim ada titik lain selain tempat ikatan dengan substrat yang juga aktif. Bila titik ini diisi oleh senyawa tertentu, akan menyebabkan enzim itu bekerja aktif (misalnya berfungsi sebagai koenzim atau kofaktor) atau mampu mengubah konfigurasi molekulnya sehingga menjadi aktif atau tidak.

#### **Hormon :**

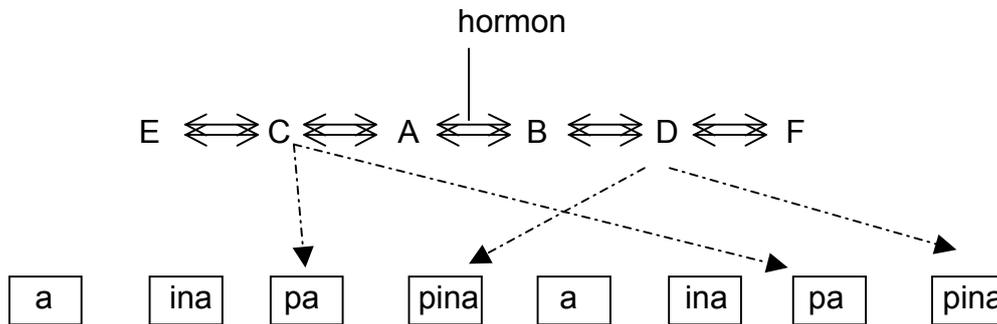
Fitohormon adalah bahan yang dibuat oleh tumbuhan sendiri, efektif pada kadar yang sangat rendah, tempat dibuat berbeda dengan tempat bekerjanya. Transportasinya berlangsung lewat berkas pengangkut. Kadang-kadang lempat bekerjanya juga ditempat dibuat, tetapi berbeda sel. Berbeda dengan hormon pada hewan, fitohormon yang sama dapat berpengaruh terhadap berbagai proses metabolisme dan pertumbuhan.

Karena banyaknya senyawa sintetik yang mempunyai aktivitas seperti hormon maka digunakan istilah *zat tumbuh* atau *zat pengatur tumbuhan* untuk senyawa-senyawa yang dibuat secara sintetik. Pada dasarnya ada lima macam kelompok hormon yang berperan pada tumbuhan, yaitu auxin, sitokinin, giberelin, absisin dan etilen. Pertumbuhan tidak hanya dipengaruhi oleh salah satu hormon, tetapi merupakan hasil kerjasama antara ke lima kelompok hormon tersebut. Berikut dapat dilihat secara garis besar peran masing-masing hormon secara terpisah terhadap berbagai proses pertumbuhan.

	auxin	sitok	giberl	absisin	etilen
Pembentangan sel	+		+	-	?
Pembelahan sel	+	+	+	-	
Diferensiasi traken	+	+			
Diferensiasi floem			+		
Perkecambahan biji		+	+	-	
Dominansi apikal	+	-	+		
Pembentukan akar baru	+				-
Pembentukan tunas	+	+			
Pembentukan bunga			+		
Pengguguran	-			+	+
Partenokarpi	+	+			
Pemasakan buah					+
Dormansi			-	+	

Hormon umumnya berperan sebagai pengatur yang sifatnya tidak khas, artinya meskipun memacu atau menghambat pertumbuhan tetapi efeknya tidak terarah secara tegas. Beberapa hipotesis yang menerangkan kerja hormon terhadap gen diajukan sebagai berikut:

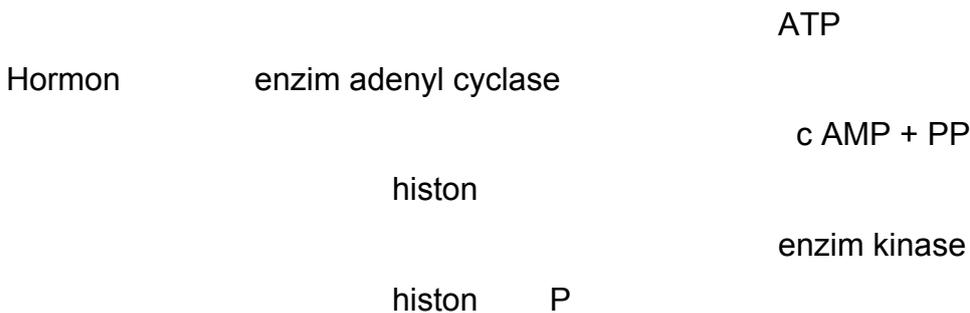
1. hormon berperan mengaktifkan gen yang potensial aktif dan menginaktifkan hormon yang potensial inaktif.
2. hormon berperan mengaktifkan atau menginaktifkan gen tertentu saja. Perubahan ini menyebabkan terjadinya perubahan pola metabolisme. Mungkin saja perubahan itu berpengaruh terhadap gen lain lagi, sehingga efeknya berantai.



3. Hormon berpengaruh terhadap suatu reaksi metabolisme. Karena metabolisme dalam sel saling terkait, maka mungkin terjadi pengaturan kembali terhadap seluruh metabolisme sel dan selanjutnya berpengaruh terhadap gen.

Bagaimana hormon itu mengatur aktivitas gen diterangkan bahwa hormon itu mempengaruhi represor dengan cara berfungsi sebagai efektor. Atau hormon itu melonggarkan ikatan antara histon yang berfungsi sebagai represor dengan DNA sehingga proses tranakripsi dari DNA dapat terjadi. Hipotesis lain menerangkan kerja hormon bukan terhadap gen, tetapi terhadap pembentukan senyawa tertentu lainnya yang dinamakan “messenger kedua” (hormon dianggap sebagai “messenger pertama”). Efek yang dihasilkan oleh “messenger kedua” menggambarkan kerja hormon.

Bekerjanya messenger kedua digambarkan sebagai berikut :



Perubahan histon menjadi haiton P menyebabkan hambatannya terhadap DNA hilang.

Hormon dapat pula berperan sebagai koenzim, kofaktor atau menyebabkan keduanya tersedia sehingga reaksi menjadi lebih cepat. Dapat pula hormon mengubah permeabilitas membran plasma sehingga lebih mudah

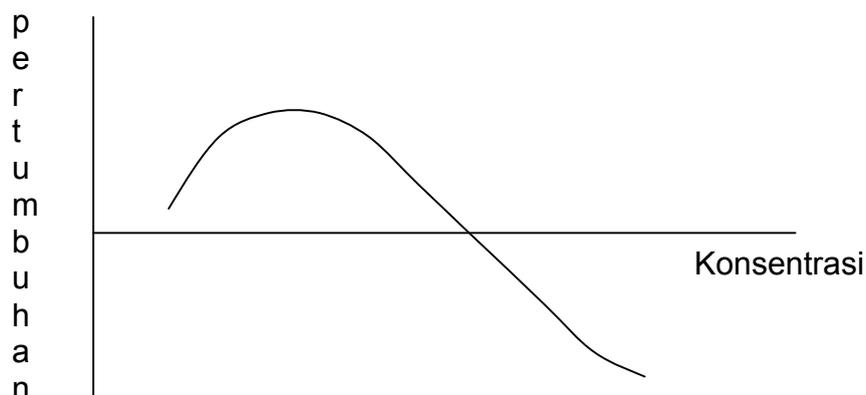
ditembus oleh aubatrak bagi reaksi metabolisme tertentu, atau hormon ini menguraikan suatu substrat yang berada dalam bentuk terikat (dan tidak dapat bereaksi) menjadi bentuk bebas.

Teori yang menerangkan bekerjanya hormon secara mandiri terhadap pertumbuhan dan morfologi diuraikan berikut :

## 8.2 AUXIN

Auxin mampu mempengaruhi sejumlah perubahan fisiologi di dalam sel, misalnya auxin menaikkan permeabilitas membran plasma terhadap bahan-bahan organik sehingga penyerapan bahan organik ke dalam sel menjadi lebih tinggi. Pada saat yang sama auxin memacu Atpase untuk memecah ATP menjadi  $ADP + H^+ + H_2PO_4^-$ .  $H^+$  dikeluarkan dari sel dan diganti oleh  $K^+$ .  $K^+$  ini memacu penyerapan air sehingga turgor naik. Setelah beberapa saat auxin memacu sintesis RNA dan protein, sekaligus mempengaruhi plastisitas dinding sehingga memungkinkan pembesaran sel. Selain memacu pembentukan RNA dan protein, auxin juga menghambat penguraiannya. Auxin juga dapat mengaktifkan beberapa jenis enzim.

Pengaruh auxin ditentukan oleh konsentrasinya, artinya pada konsentrasi rendah pengaruhnya kecil, semakin tinggi akan bertambah sampai optimum, sesudah itu akan memberi efek menghambat.



Konsentrasi auxin di dalam jaringan ditentukan oleh kecepatan sintesis dan degradasinya, serta transportnya (ke dan dari jaringan tersebut). Prekursor

auxin adalah triptofan dan degradasi auxin oleh enzim IAA oksidase atau oleh cahaya (terutama UV).

Selain lewat floem auxin juga ditransport lewat parenkim dan mengikuti arah basipetal. Meskipun transport auxin mengikuti arus polar, tetapi tidak berarti bahwa kadar auxin di pangkal batang/akar lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh adanya enzim auxin oksidase yang kerjanya makin aktif di bagian pangkal.

Aktivitas oksidase ini diatur oleh zat penghambat yang kadarnya tinggi di ujung rendah di pangkal. Melalui mekanisme sistem enzim ganda ini kadar auxin dapat diatur.

Selain berperan pada pertumbuhan dan perkembangan sel, auxin juga heran pada berbagai proses morfogenesis, misalnya dormansi apikal, pengguguran daun buah, partenokarpi.

### **8.3 GIBERELIN**

Seperti halnya auxin, peran giberelin pada tingkat sel dengan cara mempengaruhi sejumlah proses fisiologi yang belum dapat diterangkan secara jelas. Pada beberapa peristiwa peran giberelin itu berupa pemacuan terhadap sintesis RNA dan protein. Dalam hal ini terbentuknya enzim hidrolase merupakan efek giberelin yang paling besar. Sehingga berbeda dengan auxin, giberelin mampu memacu penguraian bahan organik cadangan misalnya pada biji yang berkecambah atau kuncup dorman yang tumbuh kembali. Peran giberelin terlihat nyata bila terdapat bersama dengan hormon lain, misalnya pembentukan enzim amilase pada perkecambahan biji merupakan kerja sama giberelin dengan sitokinin.

Giberelin juga memacu sintesis DNA yang selanjutnya DNA ini memacu pembentangan sel. Giberelin juga memacu perubahan triptofan menjadi auxin serta menghambat bekerjanya auxin oksidase sehingga kadar kadar auxin menjadi lebih tinggi.

Giberelin dibuat terutama di daun muda, buah yang sedang tumbuh dan mungkin di ujung akar. Sintesis giberelin dipacu oleh hari apnjang dan temperatur 20 – 30°C. Giberelin dibuat dari asam mevalonat melalui asam

kaurenat. Berbagai macam struktur molekul giberelin ditranslokasikan lewat berkas pengangkut dan parenkim ke bagian-bagian lain dengan cara apolar.

#### **8.4 SITOKININ**

Sitokinin berperan menaikkan kadar RNA dan protein pada berbagai jaringan. Hal ini disebabkan sitokinin menghambat penguraian serta memacu sintesis RNA dan protein, dengan mekanisme inaktivasi alosterik terhadap RNA ase dan protease. Efek inaktivasi terhadap penguraian RNA tidak jelas, apakah terhadap mRNA, tRNA atau terhadap segala RNA yang ada. Pacuan terhadap sintesis RNA dan protein juga belum jelas, diduga mengaktifkan RNA polimerase.

Pada umumnya sitokinin memacu berbagai proses metabolisme dan pacuan terbesar berlangsung di tempat dengan konsentrasi tertinggi. Sitokinin mempunyai efek menahan bahan organik, terutama protein dan memacu jaringan untuk menyerap air dari sekitarnya.

Dalam kaitannya dengan sintesis protein, sitokinin selanjutnya memacu pembelahan sel.

Sitokinin disintesis di akar, dengan bahan dasar purin dan disubstitusi dengan isopentenyl (IPA = isopentenylaminopurin), sedang gugus isopenteny dibuat dari asam mevalonat. Sintesis sitokinin dipacu oleh temperatur di atas 20<sup>0</sup>c dan hari panjang, sebaliknya dihambat oleh temperatur rendah, hari pendek dan kekurangan air. Transport sitokinin bersifat apolar dan terutama berlangsung melalui xilem.

Pada proses morfogenes peran sitokinin yang terpenting adalah menyebabkan dominansi apikal dan menunda proses penuaan jaringan dan organ.

#### **8.5 ETILEN**

Sifat etilen yang lipofil tidak mempunyai pengaruh langsung terhadap enzim atau protein struktural dan kromosom. Diduga hanya bagian membran plasma yang bersifat lipid tempat kerjanya sehingga transport zat hara dan bahan organik pada membran ini berubah. Etilen mampu menghambat

transport auxin di dalam parenkim. Proses ini menjadi penyebab terjadinya pengguguran daun dan buah.

Pengaruh etilen diduga juga berhubungan dengan persaingannya dengan CO<sub>2</sub> memperoleh titik ikat yang sama, sehingga etilen mampu mempengaruhi enzim secara tidak langsung. Hal ini terlihat misalnya terjadinya pacuan etilen terhadap aktivitas enzim fenilalaninamoniumlyase dan selulase di zone pengguguran pada tangkai daun. Pengaruh pemberian etilen sangat berkurang. Bila pada saat yang sama diberikan CO<sub>2</sub>.

Karena pada proses pengguguran dan pemasakan buah terjadi perubahan susunan enzim (kenaikan kadar enzim peroksidase, selulase dan enzim respirasi, serta hilangnya berbagai enzim yang bekerja pada sintesis RNA dan protein.

Etilen disintesis dari metionin, dapat terjadi selama pertumbuhan, hanya saja jumlahnya sedikit pada awal pertumbuhan dan bertambah banyak bila pada jaringan terdapat auxin dan absisin dalam jumlah besar. Pada bunga dan buah sintesis etilen secara endogen bertambah besar bila dari lingkungan terdapat etilen. Penyebaran etilen dalam bentuk gas. Transport etilen di dalam jaringan belum jelas bentuknya, apakah terikat dengan senyawa lain atau tidak.

## **8.6 ABSISIN (ASAM ABSISAT)**

Absisin menghambat sintesis RNA karena efek alosterik. Absisin juga memacu produksi senyawa karbohidrat yang disimpan sebagai cadangan makanan. Absisin menghambat kerja ATPase, sehingga transport zat hara pada membran terhambat. Termasuk di sini hambatan masuknya K<sup>+</sup> ke dalam sel penutup stoma, sehingga stoma menutup. Absisin merupakan hormon yang menyebabkan tumbuhan mampu mempertahankan diri terhadap kekeringan. Pada jaringan tua absisin memacu sintesis etilen.

Sintesis absisin dari asam mevalonat melalui farnesilpirofosfat, berlangsung di daun yang tua atau buah yang akan masak. Daun-daun tumbuhan yang

mengalami kekeringan menghasilkan absisin lebih banyak sehingga stomata menutup. Transport absisin tidak polar.

### **C. PENUTUP**

#### **a. Pertanyaan :**

1. Untuk mengenal dan mengetahui kadar auxin digunakan metode bioassay. Apa dasar penggunaan metode ini?
2. Apa beda peran auxin bebas dan auxin terikat?
3. Rumus molekul giberelin sangat bervariasi. Apakah semua jenis giberelin itu sama aktivitasnya, atau hanya sebagai hasil samping suatu reaksi?
4. Jelaskan mengapa etilen dimasukkan ke dalam kelompok hormon. Mengapa vitamin bukan hormon?
5. Berikan uraian mengenai kerjasama antara hormon – enzim – gen pada proses pertumbuhan.

#### **b. Umpan balik dan Tindak Lanjut**

Anda dapat menguasai bagian ini bila melakukan hal-hal berikut :

- Membuat ringkasan materi dan berdiskusi dengan aktif pada pembelajaran yang dilaksanakan di kelas.
- Membuat portofolio yang berkaitan dengan hormon dan zat pengatur tumbuhan pada tumbuhan.

Selanjutnya kerjakan latihan di atas dan cocokkan hasil jawaban anda dengan panduan kunci jawaban di bawah. Bila jawaban saudara mencapai tingkat penguasaan 80 % ke atas ; Bagus !. Anda dapat meneruskan dengan kegiatan belajar selanjutnya. Kalau tingkat penguasaan anda di bawah 80 % anda harus mengulangi kegiatan belajar 4 terutama pada bagian yang tidak anda kuasai.

### c. Kunci Jawaban

*Lihat uraian materi)*

### D. DAFTAR PUSTAKA

- Neil. A. Campbell, Jane B. Reece, Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, Robert B Jackson. 2011. *Biology* 9<sup>th</sup> ed. Benjamin Cummings.
- Postlethwait, J.H and Janet L. Hopson. 2006. **Modern Biology**. Holt, Rinehart and Winston. A Harcourt Education Company.
- Salisbury, F.B. , dan C.W. Ross. 1995. **Plant Physiology**, 4<sup>th</sup>. Ed. Terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryono. Jilid 3. p : 33 – 93. ITB Bandung.
- Sasmitamihardja, D., dan A.Siregar. 1996. **Fisiologi Tumbuhan**. p : 320 – 350. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Depdikbud. Jakarta.
- Taiz, L and E.Zeiger. 2002. *Plant Physiology*, Third Edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Masschusetss.

