

Ringkasan hand out:

PERTUMBUHAN DAN KEBUTUHAN HARA PADATUMBUHAN

Oleh : Djukri

Bila membayangkan air yang berada di sekitar akar kemudian masuk ke jaringan akar terus melalui xilem bergerak ke daun yang hidup, kemudian air diuapkan melalui daun, CO₂ yang berdifusi melalui stomata menuju kloroplas dan dibentuk menjadi karbohidrat. Proses tersebut mendapat energi dari ATP dan NADPH yang berasal dari reaksi cahaya. Asimilat yang dimuat dalam floem dan bergerak menuju wadah (*sink*), dan ion yang secara aktif dan selektif diserap atau dikeluarkan. Sistem dalam tumbuhan itu terorganisasi dengan baik yang merupakan benda hidup, mampu mengolah bahan dan energi yang berada di lingkungannya, serta mempertahankan agar entropi tetap rendah.

Sejak zigot terbentuk dan mulai tumbuh dan berkembang menjadi organisme multisel, sintesis molekul yang besar dan kompleks berlangsung terus menerus dari ion dan molekul yang lebih kecil, yang merupakan bahan untuk pertumbuhan. Pembelahan sel menghasilkan sel baru yang kemudian menjadi lebih besar dan lebih kompleks. Sel mengalami perubahan dengan cara yang berbeda-beda, menghasilkan tumbuhan dewasa yang tersusun dari berbagai jenis sel. Proses spesialisasi ini disebut *diferensiasi*, dan pertumbuhan serta diferensiasi sel menjadi jaringan, organ, dan organisme sering disebut *perkembangan*. Nama lain proses tersebut adalah morfogenesis.

Gen mengatur sintesis enzim, yang pada akhirnya mengendalikan proses kimia dalam sel, dan semua inilah yang menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan. Selama terjadi pertumbuhan dan perkembangan, bahan kimia yang disebut zat tumbuh atau hormon tumbuh berperan penting dalam banyak proses pertumbuhan.

Perkembangan tumbuhan dipengaruhi oleh lingkungan. Cahaya selain berperan penting dalam proses fotosintesis juga berpengaruh terhadap waktu biologis. Tumbuhan juga sangat tanggap terhadap perubahan suhu, respon yang menarik terutama pada suhu rendah. Salah satu contoh yang paling menarik dari morfogenesis pada tumbuhan adalah perubahan dari fase vegetatif ke fase generatif (reproduktif). Sel membelah dan berdiferensiasi dengan cara baru yang radikal, dan hormon ikut terlibat dalam proses ini. Perubahan suhu dan panjang siang dan malam sering mengubah atau mengatur awal masa berbunga tumbuhan.

Pada pertumbuhan terjadi sintesis protoplasma yang diikuti perubahan bentuk dan penambahan massa. Saat pertumbuhan juga terjadi perubahan aktivitas fisiologik, biokimia dan struktur dalamnya. Pertumbuhan dari sel meristem diawali pembelahan sel, kemudian terjadi pembentangan sel, diferensiasi, pendewasaan kemudian mati.

Pengukuran pertumbuhan dapat dilakukan pada berbagai parameter, misalnya panjang/tinggi, luas daun, diameter batang, bobot basah, dan bobot kering. Pengukuran bobot basah dan bobot kering yang dilakukan pada pagi dan sore menunjukkan data yang berbeda.

Pertumbuhan pada tumbuhan berlangsung terbatas pada beberapa bagian tertentu (misal daun, bunga, dan buah), yang terdiri atas sejumlah sel yang baru saja dihasilkan melalui proses pembelahan sel di meristem. Pertumbuhan (menurut batasan sebagai penambahan ukuran) mudah dirangsang dengan pembelahan sel di meristem. Pembelahan sel itu sendiri tidak menyebabkan penambahan ukuran, namun produk

pembelahan sel itulah yang tumbuh dan menyebabkan pertumbuhan. Ujung akar dan ujung tajuk mempunyai meristem. Daerah meristematik lainnya terdapat dikambium pembuluh dan tepat di atas nodus tumbuhan monokotil, atau di dasar daun rumputan. Meristem apikal dan meristem akar terbentuk selama proses perkembangan embrio saat pembentukan biji, dan disebut *meristem primer*. Kambium pembuluh dan daerah meristematik pada nodus monokotil dan daun rumputan tidak mudah dikenali, kecuali setelah perkecambahan terjadi, itu dinamakan *meristem sekunder*. Pada tumbuhan berkayu-bertahunan, *meristem samping* (kambium) menghasilkan *xilem sekunder* dan *floem sekunder* setiap tahunnya, sehingga menyebabkan diameter batang bertambah terus.

Beberapa struktur tumbuhan bersifat tertentu, tapi ada pula yang bersifat tak-tertentu. Struktur tertentu tumbuhan sampai mencapai ukuran tertentu, kemudian berhenti, dan akhirnya mengalami penuaan dan kematian. Walaupun meristem tak tentu dapat mati, namun secara potensial tidak akan pernah mati. Kematian merupakan akhir dari struktur tertentu. Ketika meristem vegetatif tak tentu berubah menjadi reproduktif (artinya mulai terbentuk bunga), maka meristem tersebut menjadi tertentu. Tapi kini digunakan istilah *spesies monokarpik* (berbunga hanya sekali saja kemudian mati). *Spesies polikarpik* setelah berbunga kemudian kembali ke fase pertumbuhan vegetatif, lalu berbunga paling tidak sekali lagi sebelum mati.

Tahapan dalam pertumbuhan dan perkembangan sel sehingga menghasilkan bermacam-macam bentuk, semua itu merupakan hasil dari tiga peristiwa yang sederhana pada tingkat sel. **Pertama** adalah pembelahan sel, satu sel dewasa membelah menjadi dua sel yang terpisah yang tidak selalu serupa satu sama lain. **Kedua** yaitu pembesaran sel, salah satu atau kedua sel anak tersebut membesar volumenya. Peristiwa yang **ketiga** ini disebut diferensiasi sel. Berbagai macam cara sel membelah, membesar, dan terdiferensiasi telah menghasilkan berbagai jenis jaringan dan organ tumbuhan, dan banyak jenis tumbuhan.

Sel membelah dengan arah yang berbeda-beda. Bila dinding baru diantara kedua sel anakan berada pada bidang yang hampir sejajar dengan permukaan terdekat dari tumbuhan, maka pembelahan ini disebut *periklinal*. Sebaliknya bila dinding baru terbentuk tegak lurus terhadap permukaan terdekat, pembelahan disebut *antiklinal*.

Pada kasus tertentu, pola pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan menunjukkan bahwa penambahan panjang setara dengan panjang awal (misalnya pada panjang akar), sehingga kurvanya linier. Tetapi pada kasus lain pertumbuhan tidak konstan sehingga kurvanya sigmoid (bentuk S). Kurve pertumbuhan yang ideal berbentuk S (sigmoid), yang dihasilkan oleh banyak tumbuhan setahun dan beberapa bagian tertentu dari tumbuhan setahun maupun bertahunan. Dengan mengambil contoh tanaman jagung, kurva menunjukkan ukuran kumulatif sebagai fungsi dari waktu. Analisis pertumbuhan tidak dapat dilakukan secara matematik murni karena menyangkut banyak faktor. Pada awal pertumbuhan umumnya kecepatannya lambat, kemudian fase eksponensial. Tiga fase utama biasanya mudah dikenali, yaitu *fase logaritmik*, *fase linear*, dan *fase penuaan*.

KEBUTUHAN HARA BAGI TUMBUHAN

Unsur yang terdapat dalam tumbuhan selain air, tumbuhan juga menyerap unsur-unsur anorganik dari dalam tanah. Apa yang terdapat dalam tubuh tumbuhan dapat

diketahui dengan cara dikeringkan (105°C). Untuk mengetahui unsur apa saja yang terdapat dalam tubuh tumbuhan dilakukan analisis abu (tanaman diabukan dengan tanur bertemperatur tinggi) atau hasil pembakaran basah (tumbuhan dilarutkan dalam asam sulfat pekat).

Pada dasarnya zat hara yang diperlukan oleh tumbuhan diperoleh dari tanah, udara dan air. Untuk mengetahui unsur apa yang dibutuhkan oleh tumbuhan, dilakukan pertanaman dalam larutan hara (hidrofonik) atau kultur pasir. Dengan mengubah-ubah jenis serta kadarnya, dapat diketahui bahwa tumbuhan memerlukan unsur-unsur tertentu agar dapat hidup. Pertanaman hidrofonik dapat hidup baik bila larutan diberi aerasi, artinya kebutuhan oksigen harus dicukupi dari udara. Larutan juga harus sering diganti agar supaya tidak mengganggu penyerapan. Larutan harus lengkap, bila tidak lengkap akan ditumbuhkan algae (ganggang).

Bila digunakan penanaman kultur pasir digunakan pasir kuarsa yang telah dicuci lalu diberi larutan hara yang diperlukan, di permukaan atau dengan sub irigasi pada interval tertentu. Kultur pasir kurang menguntungkan kalau digunakan untuk analisis unsur yang diperlukan dalam jumlah kecil, misalnya unsur mikro. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kultur buatan adalah:

1. Kemurnian senyawa yang dipakai
2. Kepekatan masing-masing senyawa yang diberikan
3. Kemurnian air yang digunakan (aquabidest atau ion exchange)
4. Adanya kontaminasi dari wadah dan dari udara
5. Adanya kontaminasi dari biji yang dipakai
6. Perlunya penggunaan bahan chelating untuk melarutkan ion tertentu

Kriteria esensialitas unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan dari hasil analisis abu dan hasil pertanaman hidrofonik menunjukkan bahwa tumbuhan memerlukan 16 unsur esensial dan sejumlah unsur fungsional. Unsur dikatakan esensial bila memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Unsur yang diperlukan oleh tumbuhan dapat menyelesaikan daur hidupnya
2. Kebutuhan terhadap unsur tersebut sifatnya khas dan tidak dapat digantikan oleh unsur lain
3. Unsur tersebut harus berperan langsung dalam proses metabolisme tumbuhan tersebut, tidak hanya berperan sebagai antagonis terhadap efek keracunan oleh unsur lain

Kalau tubuh tumbuhan kekurangan atau ketiadaan unsur esensial akan menunjukkan gejala pertumbuhan yang khas (disebut gejala defisiensi atau gejala kahat). Umumnya digolongkan pada klorosis, nekrosis atau pertumbuhan terhambat. Unsur yang dianggap esensial bagi tumbuhan bagi tumbuhan tingkat tinggi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu unsur hara makro (yang diperlukan dalam jumlah besar) dan unsur mikro (yang dibutuhkan dalam jumlah kecil).

Macam unsur esensial yang dibutuhkan tumbuhan adalah :

Kelompok I : C , H, O

Kelompok II : N, S, P

Kelompok III : K, Ca, Mg

Kelompok IV : B, Cj, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn

Kelompok I, II, III adalah unsur hara makro, dan

Kelompok IV adalah unsur hara mikro.

Kelompok I diserap dalam bentuk molekul yaitu CO_2 , H_2O , O_2

Kelompok II diserap dalam bentuk anion yaitu NO_3^- , SO_4^{2-} , H_2PO_4^-

Kelompok III diserap dalam bentuk kation yaitu K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}

Unsur esensial dapat meracuni tumbuhan bila diserap dalam bentuk yang tidak tepat, misalnya CH_4 , SO_2 , H_2S , dan NH_3 . Unsur fungsional adalah unsure yang bila diberikan dapat memperbaiki mutu kehidupan tumbuhan, tetapi bila tidak ada unsure fungsional tersebut tumbuhan tidak menunjukkan gejala defisiensi. Yang termasuk unsure fungsional adalah: Na , Si , Al , Co .

Penyerapan unsure hara yang dapat diserap melewati akar hanyalah unsure hara yang tersedia, yaitu yang terdapat dalam bentuk larutan (ion) atau dalam keadaan dapat ditukar (exchangeable) karena terjerap dalam partikel tanah. Unsur hara yang tersedia ini berasal dari proses pelarutan atau pelapukan batuan induk atau proses penguraian sisa bahan organik oleh jasad renik pengurai. Pada dasarnya penyerapan ini serupa dengan penyerapan air, hanya harus diperhatikan bahwa karena ion ini bermuatan maka timbul beberapa masalah. Masalah tersebut antara lain adanya antagonisme dan sinergisme antar ion.

&&&&&