

## Regulasi Ekspresi Gen Prokariot: Regulasi Operon Laktosa

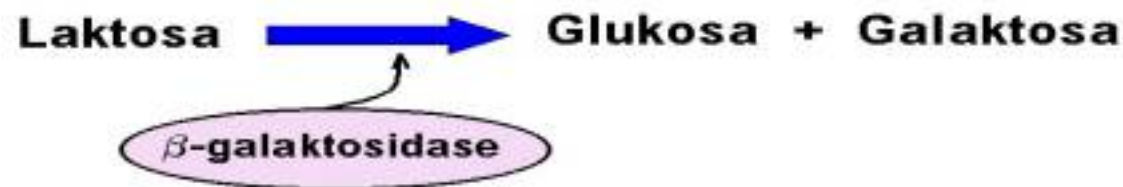
[Home](#)

[Full Text](#)

[Regulasi Ekspresi Gen](#)

### Bagaimana Bakteri Memanfaatkan Laktosa ?

Laktosa adalah gula bisakarida yang tersusun atas glukosa dan galaktosa. Laktosa dapat diuraikan menjadi glukosa dan galaktosa dengan bantuan enzim  $\beta$ -galaktosidase. Bakteri *E. coli* dalam hidupnya dapat memanfaatkan baik laktosa maupun glukosa tergantung gula mana yang tersedia dilingkungan. Bakteri *E. coli* mempunyai kemampuan mensintesis  $\beta$ -galaktosidase sehingga bila laktosa yang dimanfaatkan sebagai sumber karbon maka bakteri tersebut akan mampu mengubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Namun bila tersedia laktosa dan glukosa maka bakteri akan memilih glukosa sebagai sumber karbon, karena glukosa merupakan gula yang lebih langsung dimanfaatkan dalam proses metabolisme.



## Apakah Operon Laktosa ?

Dalam penjelasannya Jacob dan Monod memperkenalkan istilah operon, yang mempunyai pengertian sekelompok gen yang diapit secara bersamaan oleh sepasang promotor dan terminator. Gen-gen pada satu operon akan diekspresikan secara bersamaan melalui inisiasi transkripsi pada promotor yang sama dan berakhir pada terminator yang sama. Pada operon laktosa terdapat tiga gen yaitu *lacZ*, *lacY*, dan *lacA*. yang masing-masing menyandikan beta-galaktosidase, permease, dan transasetilase. Gen-gen yang berada pada satu operon mempunyai hubungan fungsi dalam metabolisme.

## Bagaimana Ekspresi Operon Laktosa Diregulasi ?

Pengaturan ekspresi operon laktosa dilakukan oleh suatu protein regulator yang akan berinteraksi dengan promotor, yang akan menentukan berjalan atau inisiasi transkripsi yang dilakukan oleh transkriptase. Protein pengatur dihasilkan oleh gen regulator, yaitu gen yang produk ekspresinya berperan mengatur ekspresi gen lain. Dalam kasus operon laktosa terdapat dua gen regulator yaitu gen *lac-i* dan gen *crp*. Gen *lac-i* berhubungan dengan kehadiran laktosa, sedangkan gen *crp* berhubungan dengan kehadiran glukosa. Gen yang diatur tersebut dinamakan gen struktural, sebagai contoh gen *lacZ*, *lacY*, dan *lacA* pada operon laktosa. Jadi gen regulator berperan mengatur ekspresi gen struktural.

## Mekanisme Regulasi oleh Laktosa

Gen *lac-i* akan menghasilkan suatu polipeptida, yang kemudian setiap empat polipeptida akan membentuk satu molekul protein tetramer yang berperan sebagai regulator. Dalam proses regulasi, protein tetramer ini akan menempel pada suatu wilayah promotor yang disebut operator. Penempelan itu terjadi karena ada kecocokan tertentu antara runtunan basa operator dengan protein regulator. Akibat adanya protein regulator yang menempati wilayah operator maka transkriptase tidak dapat melakukan inisiasi transkripsi, sehingga gen-gen yang terdapat di belakang promotor menjadi tidak terekspresi. Protein regulator seperti di atas bersifat menghalangi atau menekan terjadinya transkripsi, maka disebut represor. Lawan sifat dari represor disebut aktivator, yaitu yang bersifat mendorong terjadinya ekspresi gen. Kehadiran laktosa pada media tumbuh akan mendorong terjadinya ekspresi operon laktosa atau terjadi sintesis  $\beta$ -galaktosidase. Berarti kehadiran laktosa harus mampu melepaskan protein regulator dari promotor agar terjadi ekspresi gen *lacZ* untuk menghasilkan  $\beta$ -galaktosidase. Dalam sistem regulasi ini, laktosa yang diambil oleh bakteri dapat berinteraksi dengan protein regulator dan asosiasi tersebut akan mengubah konfigurasi molekul protein regulator. Perubahan konfigurasi pada protein represor menyebabkan protein tersebut menjadi tidak mampu berasosiasi dengan operator. Dengan tidak adanya inhibitor pada promotor maka transkriptase menjadi tidak terhalang untuk melakukan inisiasi transkripsi, dan terjadi ekspresi gen-gen pada operon laktosa.

## Mekanisme Regulasi oleh Glukosa

Bila bakteri telah mengkonversi laktosa menjadi glukosa, dan bila kuantitas glukosa sudah mencukupi maka  $\beta$ -galaktosidase harus dihentikan sintesisnya. Regulasi oleh glukosa ini disebut represi katabolit atau represi glukosa. Proses regulasi ini melibatkan tiga komponen yaitu glukosa, cAMP (cyclic AMP), dan CAP. CAP merupakan protein yang berperan mengaktifkan enzim transkriptase, protein ini disandikan oleh gen regulator *crp*. Asosiasi antara CAP dengan transkriptase menyebabkan transkriptase menjadi aktif dan mampu mengkatalisis proses transkripsi. Tanpa CAP transkriptase menjadi tidak aktif.

Laktosa	Represor/ Lac-i	Glukosa	cAMP	cAMP-CAP	$\beta$ - galaktosidase
hadir	tidak aktif	hadir	rendah	tidak terbentuk	tidak terekspresi
hadir	tidak aktif	tidak hadir	tinggi	terbentuk	terekspresi
tidak hadir	aktif	hadir	rendah	tidak terbentuk	tidak terekspresi
tidak hadir	aktif	tidak hadir	tinggi	terbentuk	tidak terekspresi

**Regulasi oleh *crp* dan glukosa:** Glukosa mengatur aktivitas CAP melalui pengaturan cAMP. Antara CAP dan cAMP dapat terbentuk asosiasi, dan asosiasi ini akan menyebabkan CAP aktif berperan sebagai aktivator; CAP yang terbebas dari cAMP tidak dapat berperan sebagai aktivator. Kuantitas cAMP berbanding terbalik

dengan kuantitas glukosa. Saat glukosa di dalam sel berjumlah kecil cAMP ditemukan berada dalam jumlah yang besar, dan bila kuantitas glukosa dalam sel meningkat maka cAMP akan menurun. Dalam keadaan kuantitas rendah, cAMP tidak dapat berasosiasi dengan CAP, akibatnya CAP tidak dapat menjadi aktivator. Jadi pada saat glukosa rendah cAMP berada dalam jumlah besar dan membentuk asosiasi cAMP-CAP yang berperan menjadi aktivator enzim transkriptase, sehingga terjadi transkripsi operon laktosa. Ketika glukosa meningkat sampai jumlah tertentu cAMP menurun sehingga tidak terbentuk asosiasi cAMP-CAP, dan CAP tidak dapat berperan sebagai aktivator dan transkripsi operon laktosa tidak berlangsung.

[Home](#) ---- [Glossary](#) ---- [Reproduksi Sel](#) ---- [Hereditas](#) ---- [Struktur Gen](#) ---- [Regulasi & Ekspresi Gen](#) ---- [Teknologi DNA - Genom Manusia](#)

Disusun oleh: [Muhammad Jusuf](#), [Aris Tjahjoleksono](#), [Alex Hartana](#), [Suharsono](#)