

---

# Faktor Lingkungan Mikroba

---

Agroindustri Produk Fermentasi  
TIP – FTP – UB  
Mas'ud Effendi

---

## Faktor Lingkungan

- Aktivitas mikroba dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungannya.
  - Perubahan lingkungan dapat mengakibatkan perubahan sifat morfologi dan fisiologi mikroba.
  - Beberapa kelompok mikroba sangat resisten terhadap perubahan faktor lingkungan.
    - Mikroba tersebut dapat dengan cepat menyesuaikan diri dengan kondisi baru tersebut.
  - Faktor lingkungan meliputi
    - Faktor abiotik (fisika dan kimia)
    - Faktor biotik.
-

## Faktor Abiotik dan Biotik

- Abiotik
  - Suhu
  - Kandungan air
  - Tekanan osmose
  - pH
  - Ion dan listrik
  - Radiasi
  - Tegangan permukaan
  - Tekanan hidrostatik
  - Getaran
- Biotik
  - Interaksi dalam satu populasi mikroba
  - Interaksi antar berbagai macam populasi mikroba

## Faktor Abiotik

## Suhu (1)

- Pertumbuhan mikroba memerlukan kisaran suhu tertentu.
  - Suhu minimum adalah suhu terendah tetapi mikroba masih dapat hidup.
  - Suhu optimum adalah suhu paling baik untuk pertumbuhan mikroba.
  - Suhu maksimum adalah suhu tertinggi untuk kehidupan mikroba.

## Suhu (2)

- Pengelompokan mikroba berdasarkan kisaran suhu pertumbuhannya
  - Psikrofil (kriofil)
    - Mikroba yang dapat tumbuh pada suhu 0-30°C dengan suhu optimum sekitar 15°C.
  - Mesofil
    - Mikroba yang umumnya mempunyai suhu minimum 15°C, suhu optimum 25-37°C dan suhu maksimum 45-55°C.
  - Termofil
    - Mikroba yang mempunyai suhu minimum 40°C, optimum pada suhu 55-60°C dan suhu maksimum 75°C

## Suhu (3)

- Suhu tinggi di atas suhu maksimum mengakibatkan
  - Titik kematian thermal
    - Suhu yang dapat mematikan spesies mikroba dalam waktu 10 menit pada kondisi tertentu.
  - Waktu kematian thermal
    - Waktu yang diperlukan untuk membunuh suatu spesies mikroba pada suatu suhu yang tetap.

## Suhu (4)

- Suhu rendah mengakibatkan
  - *Cold shock*
    - Penurunan suhu yang tiba-tiba menyebabkan kematian bakteri, terutama pada bakteri muda atau pada fase logaritmik
  - Pembekuan (*freezing*)
    - Rusaknya sel dengan adanya kristal es di dalam air intraseluler
  - Lyofilisasi
    - Proses pendinginan di bawah titik beku dalam keadaan vakum secara bertingkat.
    - Proses pengawetan mikroba karena air protoplasma langsung diuapkan tanpa melalui fase cair (sublimasi)

## Kandungan Air

- Setiap mikroba memerlukan kandungan air bebas tertentu untuk hidupnya
  - Diukur dengan parameter aw (*water activity*) atau kelembaban relatif.
- Mikroba umumnya dapat tumbuh pada aw 0,998-0,6.
  - Bakteri umumnya memerlukan aw 0,90-0,999, tetapi bakteri halofil hanya memerlukan aw 0,75
  - Mikroba yang osmotoleran dapat hidup pada aw terendah (0,6) misalnya khamir *Saccharomyces rouxii*.
  - *Aspergillus glaucus* dan jamur benang lain dapat tumbuh pada aw 0,8.
  - Mikroba yang tahan kekeringan dengan membentuk spora, konidia atau dapat membentuk kista

## Tekanan Osmose (1)

- Tekanan osmose sebenarnya sangat erat hubungannya dengan kandungan air.
- Apabila mikroba diletakkan pada larutan hipertonis, maka selnya akan mengalami plasmolisis, yaitu terkelupasnya membran sitoplasma dari dinding sel akibat mengkerutnya sitoplasma.
- Apabila diletakkan pada larutan hipotonis, maka sel mikroba akan mengalami plasmoptisa, yaitu pecahnya sel karena cairan masuk ke dalam sel, sel membengkak dan akhirnya pecah.

## Tekanan Osmose (2)

- Mikroba dikelompokkan berdasarkan tekanan osmose
  - Mikroba osmofil, adalah mikroba yang dapat tumbuh pada kadar gula tinggi
  - Mikroba halofil, adalah mikroba yang dapat tumbuh pada kadar garam halogen yang tinggi
  - Mikroba halodurik, adalah kelompok mikroba yang dapat tahan (tidak mati) tetapi tidak dapat tumbuh pada kadar garam tinggi, kadar garamnya dapat mencapai 30 %.

## pH (1)

- Tingkat keasaman mempengaruhi viabilitas mikroba
  - Lebih mudah dibunuh dengan pemanasan saat asam
- Pengelompokkan mikroba berdasarkan pH
  - Asidofil, tumbuh pada pH 2,0 – 5,0
  - Neurofil, tumbuh pada pH 5,5 – 8,0
  - Alkalifil, tumbuh pada pH 8,4 – 9,5

## pH (2)

- Mikroba memiliki pH minimum, optimum dan maksimum
  - Jamur kisaran pH luas
  - Khamir 4,0 – 4,5
  - Bakteri 6,5 – 7,5
- Kestabilan pH dijaga dengan buffer
  - Misal  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{HPO}_4$

## Ion dan Listrik (1)

- Logam berat seperti Hg, Ag, Cu, Au, dan Pb pada kadar rendah dapat bersifat meracuni (toksik).
  - Logam berat mempunyai daya oligodinamik, yaitu daya bunuh logam berat pada kadar rendah.
- Ion-ion lain yang dapat mempengaruhi kegiatan fisiologi mikroba, yaitu ion sulfat, tartrat, klorida, nitrat, dan benzoat.
  - Dapat mengurangi pertumbuhan mikroba tertentu.
  - Sering digunakan untuk mengawetkan suatu bahan, misalnya digunakan dalam pengawetan makanan.
- Senyawa lain yang juga mempengaruhi fisiologi mikroba, misalnya asam benzoat, asam asetat, dan asam sorbat.

## Ion dan Listrik (2)

- Listrik dapat mengakibatkan
  - Elektrolisis bahan penyusun medium pertumbuhan
  - Terbentuknya panas yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba.
- Sel mikroba dalam suspensi akan mengalami elektroforesis apabila dilalui arus listrik.
- Arus listrik tegangan tinggi yang melalui suatu cairan akan menyebabkan terjadinya shock karena tekanan hidrolis listrik.
- Adanya radikal ion dari ionisasi radiasi dan terbentuknya ion logam dari elektroda juga menyebabkan kematian mikroba.

## Radiasi

- Radiasi menyebabkan ionisasi molekul-molekul di dalam protoplasma.
- Cahaya umumnya dapat merusak mikroba yang tidak mempunyai pigmen fotosintesis.
- Cahaya mempunyai pengaruh germisida, terutama cahaya bergelombang pendek dan bergelombang panjang.
- Pengaruh germisida dari sinar bergelombang panjang disebabkan oleh panas yang ditimbulkannya
  - Sinar inframerah, Sinar x, sinar ultra violet, dan sinar radiasi lain dapat membunuh mikroba.
- Apabila tingkat iradiasi yang diterima sel mikroba rendah, maka dapat menyebabkan terjadinya mutasi pada mikroba.

## Tegangan Permukaan

- Tegangan muka mempengaruhi cairan sehingga permukaan cairan tersebut menyerupai membran yang elastis.
- Perubahan tegangan muka pada dinding sel akan mempengaruhi pula permukaan protoplasma.
  - Akibat selanjutnya dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan bentuk morfologinya.
- Zat-zat seperti sabun, deterjen, dan zat-zat pembasah (surfaktan) seperti Tween80 dan Triton A20 dapat mengurangi tegangan muka cairan

## Tekanan Hidrostatik

- Tekanan hidrostatik mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan mikroba.
  - Umumnya tekanan 1-400 atm tidak mempengaruhi atau hanya sedikit mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan mikroba.
  - Tekanan hidrostatik yang lebih tinggi dapat menghambat atau menghentikan pertumbuhan
    - Tekanan hidrostatik tinggi dapat menghambat sintesis RNA, DNA, dan protein
    - Mengganggu fungsi transport membran sel
    - Mengurangi aktivitas berbagai macam enzim.

## Getaran

- Getaran mekanik dapat merusakkan dinding sel dan membran sel mikroba.
  - Banyak dipakai untuk memperoleh ekstrak sel mikroba.
  - Getaran suara 100-10.000 x/ detik juga dapat digunakan untuk memecah sel.

## Faktor Biotik

## Interaksi dalam Satu Populasi Mikroba (1)

- Interaksi positif antar jasad dalam satu populasi yang sama
  - Interaksi positif menyebabkan meningkatnya kecepatan pertumbuhan sebagai efek sampingnya.
  - Meningkatnya kepadatan populasi, secara teoritis meningkatkan kecepatan pertumbuhan.
  - Interaksi positif disebut juga kooperasi.
    - Sebagai contoh adalah pertumbuhan satu sel mikroba menjadi koloni atau pertumbuhan pada fase lag (fase adaptasi).

## Interaksi dalam Satu Populasi Mikroba (2)

- Interaksi negatif antar jasad dalam satu populasi yang sama
  - Interaksi negatif menyebabkan turunnya kecepatan pertumbuhan dengan meningkatnya kepadatan populasi.
    - Misalnya populasi mikroba yang ditumbuhkan dalam substrat terbatas, atau adanya produk metabolik yang meracun.
  - Interaksi negatif disebut juga kompetisi

## Interaksi antar Berbagai Macam Populasi Mikroba (1)

Nama Interaksi	Pengaruh interaksi	
	Populasi A	Populasi B
Netralisme	0	0
Komensalisme	0	+
Sinergisme (protokooperasi)	+	+
Mutualisme (simbiosis)	+	+
Kompetisi	-	-
Amensalisme (antagonisme)	+	-
Predasi	+	-
Parasitisme	+	-

Keterangan: 0: tidak berpengaruh, +: pengaruh positif, -: pengaruh negatif

## Interaksi antar Berbagai Macam Populasi Mikroba (2)

- **Netralisme**
  - Hubungan antara dua populasi yang tidak saling mempengaruhi
  - Hal ini dapat terjadi pada kepadatan populasi yang sangat rendah atau secara fisik dipisahkan dalam mikrohabitat, serta populasi yang keluar dari habitat alamiahnya
- **Komensalisme**
  - Hubungan antara dua populasi terjadi apabila satu populasi diuntungkan tetapi populasi lain tidak terpengaruh

## Interaksi antar Berbagai Macam Populasi Mikroba (3)

- Sinergisme
  - Asosiasi yang menyebabkan terjadinya suatu kemampuan untuk dapat melakukan perubahan kimia tertentu di dalam substrat
  - Asosiasi yang melibatkan 2 populasi atau lebih dalam keperluan nutrisi bersama → sintropisme
    - Sintropisme sangat penting dalam peruraian bahan organik tanah, atau proses pembersihan air secara alami.

## Interaksi antar Berbagai Macam Populasi Mikroba (4)

- Mutualisme
  - Asosiasi antara dua populasi mikroba yang keduanya saling tergantung dan sama-sama mendapat keuntungan
  - Simbiosis bersifat sangat spesifik (khusus) dan salah satu populasi anggota simbiosis tidak dapat digantikan tempatnya oleh spesies lain yang mirip
- Kompetisi
  - Hubungan negatif antara 2 populasi mikroba yang keduanya mengalami kerugian
  - Peristiwa ini ditandai dengan menurunnya sel hidup dan pertumbuhannya
  - Kompetisi terjadi pada 2 populasi mikroba yang menggunakan nutrisi / makanan yang sama, atau dalam keadaan nutrisi terbatas.

## Interaksi antar Berbagai Macam Populasi Mikroba (5)

- Amensalisme (Antagonisme)
  - Asosiasi antar spesies mikroba yang menyebabkan salah satu pihak dirugikan, pihak lain diuntungkan atau tidak terpengaruh apapun.
  - Umumnya merupakan cara untuk melindungi diri terhadap populasi mikroba lain.
  - Misalnya dengan menghasilkan senyawa asam, toksin, atau antibiotika.

## Interaksi antar Berbagai Macam Populasi Mikroba (6)

- Parasitisme
  - Hubungan antara dua populasi, populasi satu diuntungkan (parasit) dan populasi lain dirugikan (host / inang).
  - Umumnya parasitisme terjadi karena keperluan nutrisi dan bersifat spesifik.
  - Ukuran parasit biasanya lebih kecil dari inangnya.

## Interaksi antar Berbagai Macam Populasi Mikroba (7)

### ■ Predasi

- Hubungan yang terjadi apabila satu organisme predator memangsa atau memakan dan mencerna organisme lain (prey).
- Umumnya predator berukuran lebih besar dibandingkan prey, dan peristiwanya berlangsung cepat.