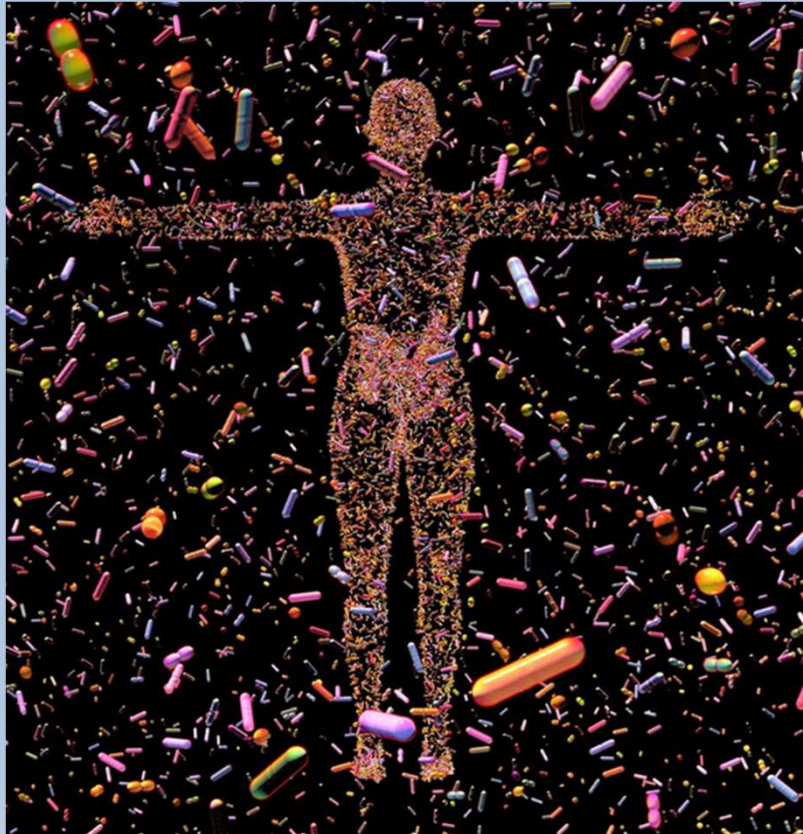




Drikkevann: mikrobiologi  
Vannringens seminar 8.-9. februar 2024



- Det er anslått at mennesker har **mellom 30 og 50 trillioner** bakterier på og i kroppen.
- Bakteriene utgjør hovedandelen av tarmfloraen.
- I tillegg finnes det andre mikroorganismer, som sopp og virus i tarmfloraen.



## Bakterier



- Bakterier er encellede mikroorganismer, som er i stand til å formere seg selvstendig ved deling, og kan på mange måter sees på som små dyr.
- Bakterier formerer seg ved todeling. Dette gjør at bakteriene er kloner av hverandre, og dermed genetisk like individer. Siden arvestoffet kan endre seg (mutere), er det likevel variasjon mellom bakterier som stammer fra samme celle.
- Hos noen bakterier kan det ta bare 20 minutter å dele seg, noe som betyr:
  - at vi får to bakterier etter 20 minutter
  - fire etter 40 minutter
  - åtte etter 1 time
  - 4096 etter 4 timer
  - og kan bli en milliard på 10 timer....





Vi er avhengig av bakteriene 😊

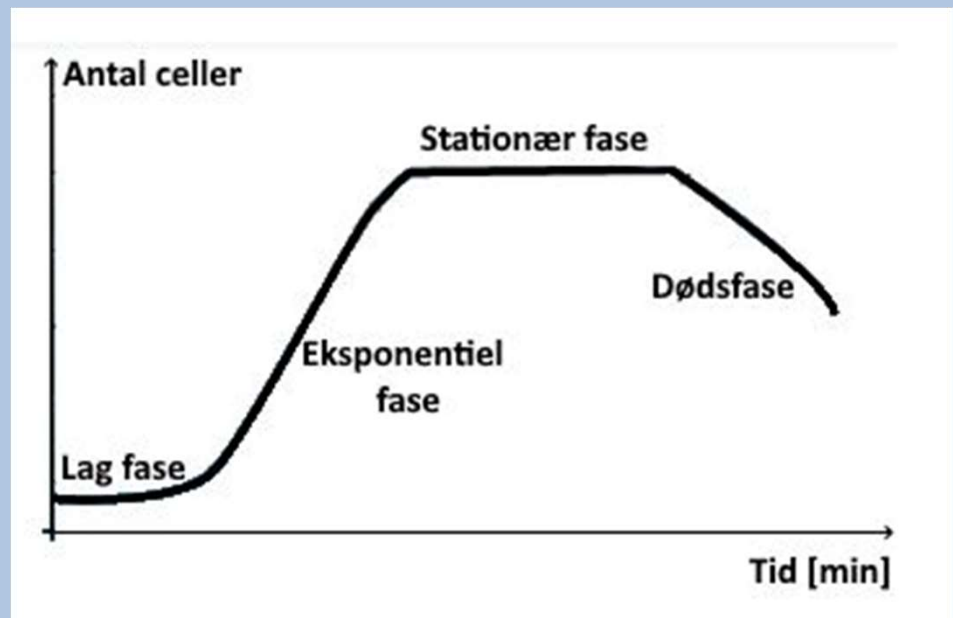


# Bakterier

## Vekstvilkår

- ✓ Temperatur
- ✓ Næringsstoffer
- ✓ Vannaktivitet
- ✓ Surhetsgrad
- ✓ Oksygen

## Vekstkurve for bakterier





## Indikatorbakterier

- De fleste sykdomsfremkallende mikroorganismer i vann kommer fra avføring fra mennesker eller dyr.
- Flere sykdomsfremkallende mikroorganismer kan forekomme i vann, og det er ikke mulig å analysere for alle disse. I stedet benyttes såkalte indikatororganismer til å gi informasjon om mulig forekomst av sykdomsfremkallende mikroorganismer som bakterier, virus eller parasitter, som stammer fra avføring fra mennesker eller dyr.

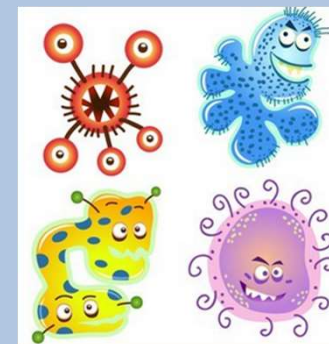






## Indikatorbakterier

- tilstede når patogener er tilstede
- fraværende i ukontaminert vann
- tilstede ved et høyere antall enn patogener i kontaminert vann (skal kunne detekteres ved høy fortynning)
- bedre egnet til å overleve i vann enn patogener
- enkel analysemetode
- rimelige



**Ingen organismer kan oppfylle  
alle krav, derfor har vi flere**



## Grenseverdi og tiltaksgrense

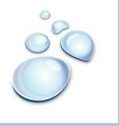
- **Grenseverdi:** Maksimalt tillatte mengde av et stoff eller mikroorganisme. Det må gjøres det som skal til for å overholde grenseverdien. Ved overskridelse skal tiltak iverksettes umiddelbart.

***E.coli* og Intestinale enterokokker**

- **Tiltaksgrense:** ved overskridelse skal årsak undersøkes, og det skal vurderes om avviket utgjør en helsefare. Alle avvik som kan utgjøre en helsefare skal rettes så raskt som mulig.

**Koliforme bakterier, kimtall og *Cl. perfringens***





## Koliforme bakterier

- en gruppe bakterier som kan vokse og isoleres fra tarm, men også fra miljøet
- utgjør i liten grad fare for sykdom (opportunistiske patogener)
- ingen god indikator for fekal forurensning
- mer egnet til å indikere svikt i vannbehandling, forekomst av biofilm i rørnett eller innlekking av uønsket materiale fra planter og dyr
- gir ikke alene grunnlag for å sende ut kokevarsel
- Mattilsynet opplyser at det ikke finnes et entydig svar på hvilke tiltak som skal iverksettes ved funn av koliforme bakterier i drikkevann, og at vannverkseier må ta en rekke faktorer med i vurderingen.

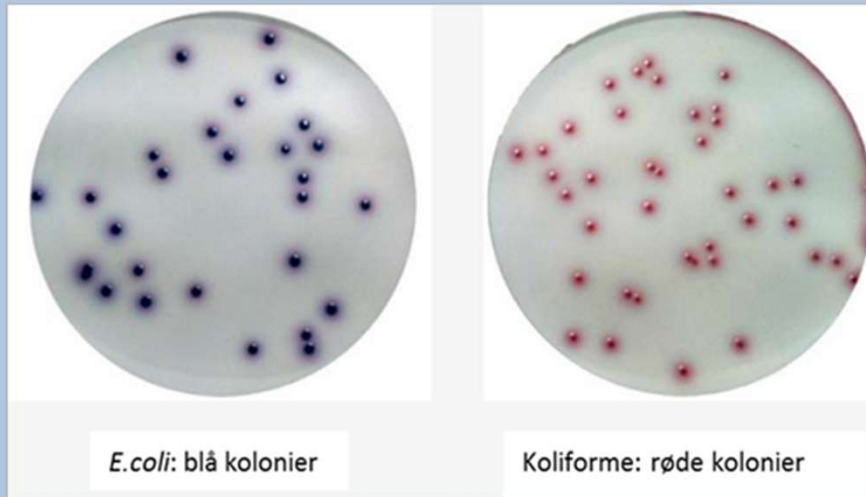


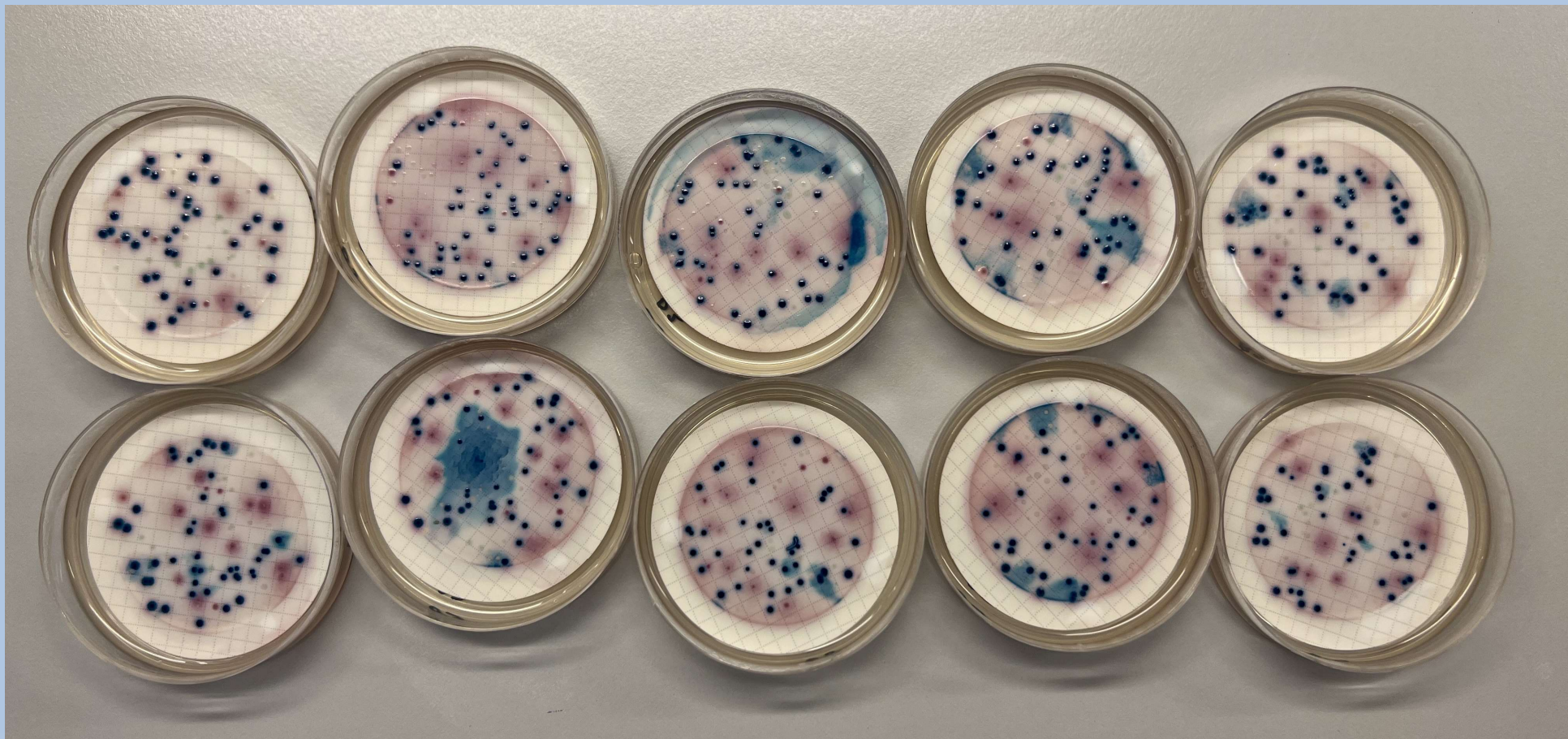
## ***Escherichia coli (E. Coli)***

- termotolerant koliform bakterie (vokser opp til 44-45 °C)
- forekommer i store mengder i avføringen til mennesker og dyr
- har ikke evnen til å formere seg i drikkevann, men kommer inn i vannet ved for eksempel lekkasje av kloakk inn i drikkevannssystemet
- funn av *E. coli* i en vannprøve er en klar indikasjon på en fersk forurensning som indikerer at sykdomsfremkallende bakterier, virus og parasitter kan være tilført drikkevannet



**KOKEVARSEL**





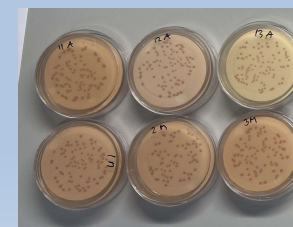
CCA skåler i praksis



## Intestinale enterokokker

- Intestinale enterokokker forekommer i lavere antall enn *E. coli* i avføring hos mennesker, men ofte i høye konsentrasjoner i avføring fra husdyr, spesielt drøvtyggere. Bakterien vokser ikke i vann, men overlever lenger i vann enn *E. coli*.
- Etter et utslipp av avføring, vil man derfor kunne finne igjen bakterien i vannet lenge etter at *E. coli* er inaktivert («død»).
- Muligens er intestinale enterokokker en bedre indikator på tilstedeværelse av virus i vannet enn *E. coli*. Virus overlever vanligvis lenger i vann og er mer resistent for desinfeksjonsmidler enn *E. coli*.

## KOKEVARSEL







## ***Clostridium perfringens***

- *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*) er en tarmbakterie som forekommer i lave konsentrasjoner i menneskelig avføring
- dør raskt i kontakt med oksygen
- har evne til å danne sporer som er et overlevelsesstadium, og som gjør at den kan overleve lenger i vann enn de fleste andre bakterier
- kan skyldes svikt i filtrering på vannverket
- *C. perfringens* finnes også i naturen og bryter ned organisk materiale. Derfor kan funn av lave konsentrasjoner være naturlig forekomst og ikke et tegn på forurensning.



## Kimtall

- Kimtall er totale antall bakterier som er i vannet
- Kimtall viser kun generell forekomst av bakterier, men ikke forekomst av enkeltarter. Denne parameteren benyttes dels til å kontrollere desinfeksjonseffekten, og dels til å overvåke begroing i distribusjonssystemet.
- Rett etter desinfeksjonen skal kimtallet være lavest mulig. Liten reduksjon av kimtall i forhold til tilsvarende analyse av kimtall i råvannet viser at desinfeksjonen ikke er effektiv.

**Resultatet påvirkes av tid og temperatur etter prøveuttak**





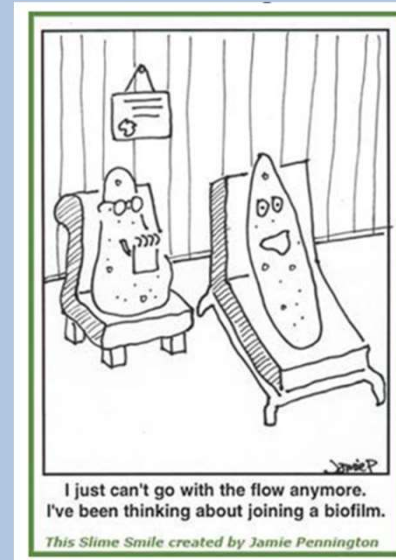
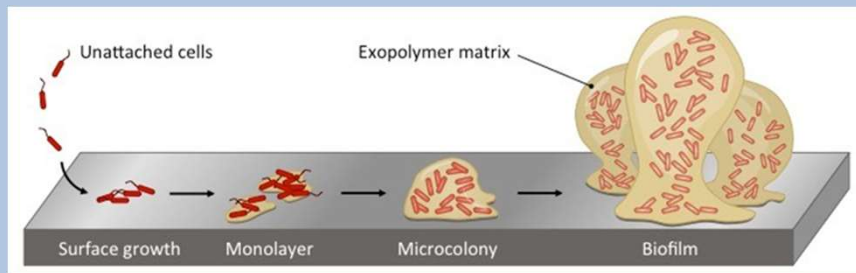
- Kimtallsanalysen vil kun vise bakterier i vannet og ikke i eventuelle fastsittende bakterier i biofilm som vokser på rørveggene. Men høyere kimtall eller flere prøveresultat med funn over tiltaksgrensen, indikerer slam-/**biofilmdannelse** i ledningsnett og gir grunnlag for å igangsette spyling av ledningsnett.





## Hva er egentlig biofilm?

- “landsby med bakterier”





## Biofilm

- ✓ Overlevelsesmekanisme for bakterier
- ✓ Arnested for nye bakterier- høyere mutasjonsfrekvens-superbugs
- ✓ Fjerning: mekanisk (spyle med store mengder vann) og kjemisk (sjokk-kloring)
- ✓ Ønsker en divers biofilm for å kunne utkonkurrere så mye som mulig
- ✓ En stabil biofilm gir biostabilt vann ut til forbruker.

**KEEP  
CALM  
AND  
REDUCE  
BIOFILM**



## KOKEVARSEL

Vannverkseiere skal straks varsle abonnentene hvis det er **mistanke** om at drikkevannet kan inneholde virus, bakterier, parasitter, andre mikroorganismer eller stoffer som i antall eller konsentrasjon utgjør en mulig helsefare.

Vannverkseier skal også varsle Mattilsynet og kommuneoverlege/smittevernoverlege slik at kokevarsel gis i samråd med disse.

Før et kokevarsel kan oppheves må det kunne dokumenteres at vannkvaliteten igjen er tilfredsstillende.





## Uttak og innlevering av prøver

- benytt sterile flasker
- brenn av/flamber munning på krana og la vannet renne til stabil temperatur (3-5 min)
- ikke reguler vannstrømmen under tapping og prøvetaking
- flasker til mikrobiologisk analyse skal ikke fylles helt opp
- prøven oppbevares ved  $5 \pm 3^{\circ}\text{C}$  under transport (kjølebag med fryseelement)
- leveres så raskt som mulig slik at analyse kan starte innen gitte tidsfrister





## Informasjon er hentet fra

- Folkehelseinstituttet
- Mattilsynet
- Lovdata- Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften)