

PROSES ASIMILASI NITROGEN

Oleh

Novri Youla Kandowangko

Capaian Pembelajaran

- Mahasiswa akan dapat menganalisis siklus nitrogen
- Mahasiswa dapat membedakan beberapa cara fiksasi Nitrogen

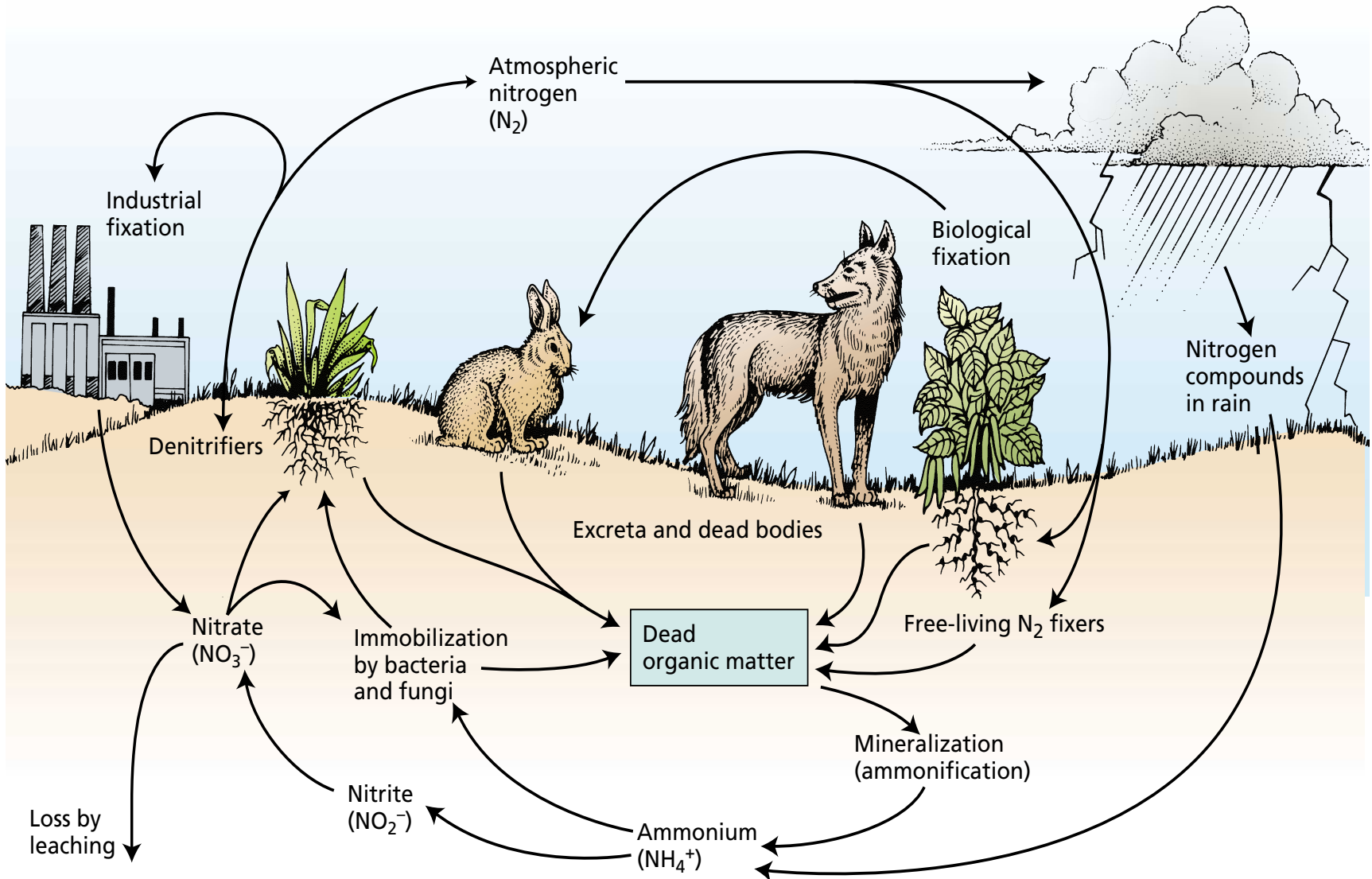
Hara Nitrogen

- Nitrogen merupakan mineral yang esensial bagi tumbuhan.
- Peran N dalam nutrisi tumbuhan sbg Penyimpanan energi dan transfer ikatan energi.
- *Fungsi* : bahan penyusun asam amino, amida, basa bernitrogen seperti purin, dan protein serta nukleoprotein. serta esensial untuk pembelahan sel, pembesaran sel dan karenanya penting bagi pertumbuhan.

Hara Nitrogen

- Nitrogen (N) diserap tumbuhan dalam bentuk ion NH_4^+ (amonium) atau NO_3^- (Nitrat)
- Konsentrasi N pada jaringan kering tumbuhan sebesar 15.000 mg/kg atau 1.5 %
- Tanda Kahat / Defisiensi / kekurangan : klorosis pada daun tua, kandungan protein turun, pertumbuhan terhambat.

Siklus Nitrogen



Sumber Nitrogen di Alam

- Nitrogen menyusun 79 % dari atmosfer, dalam bentuk dinitrogen (N_2)
- Nitrogen di dalam tanah terikat sbg sedimen organik, yang tidak tersedia bagi pertumbuhan tanaman.

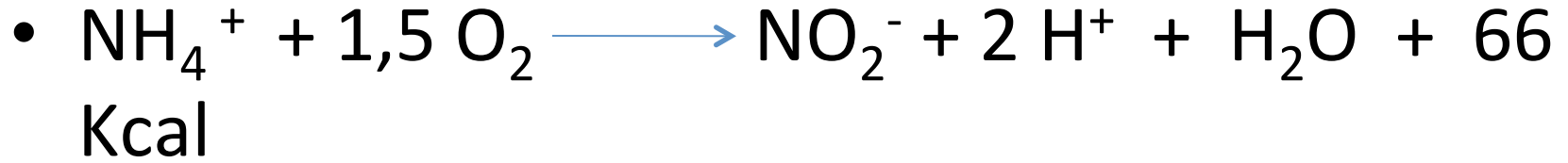
Amonifikasi

- Pengubahan nitrogen organik menjadi NH_4^+ (amonium) oleh bakteri dan fungi tanah.

Nitrifikasi

- Proses pengubahan nitrogen secara biologis di dalam tanah dari bentuk tereduksi menjadi bentuk yang lebih teroksidasi.
- Oksidasi biologis garam amonium dalam tanah menjadi nitrit dan selanjutnya oksidasi nitrit menjadi nitrat.
- $\text{NH}_4^+ + 1,5 \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_2^- + 2 \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} + 66 \text{Kcal}$

Nitrifikasi



Diperantarai oleh *Nitrosomonas*



Diperantarai oleh *Nitrobacter*

Beberapa Contoh Organisme yang membantu fiksasi Ntrogen

Symbiotic nitrogen fixation

Host plant	N-fixing symbionts
Leguminous: legumes, <i>Parasponia</i>	<i>Azorhizobium</i> , <i>Bradyrhizobium</i> , <i>Photorhizobium</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Sinorhizobium</i>
Actinorhizal: alder (tree), <i>Ceanothus</i> (shrub), <i>Casuarina</i> (tree), <i>Datisca</i> (shrub)	<i>Frankia</i>
<i>Gunnera</i>	<i>Nostoc</i>
<i>Azolla</i> (water fern)	<i>Anabaena</i>
Sugarcane	<i>Acetobacter</i>

Free-living nitrogen fixation

Type	N-fixing genera
Cyanobacteria (blue-green algae)	<i>Anabaena</i> , <i>Calothrix</i> , <i>Nostoc</i>
Other bacteria	
Aerobic	<i>Azospirillum</i> , <i>Azotobacter</i> , <i>Beijerinckia</i> , <i>Derxia</i>
Facultative	<i>Bacillus</i> , <i>Klebsiella</i>
Anaerobic	
Nonphotosynthetic	<i>Clostridium</i> , <i>Methanococcus</i> (archaebacterium)
Photosynthetic	<i>Chromatium</i> , <i>Rhodospirillum</i>

Asosiasi antara Tumbuhan inang dan bakteri

Associations between host plants and rhizobia

Plant host	Rhizobial symbiont
<i>Parasponia</i> (a nonlegume, formerly called <i>Trema</i>)	<i>Bradyrhizobium</i> spp.
Soybean (<i>Glycine max</i>)	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (slow-growing type); <i>Sinorhizobium fredii</i> (fast-growing type)
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	<i>Sinorhizobium meliloti</i>
<i>Sesbania</i> (aquatic)	<i>Azorhizobium</i> (forms both root and stem nodules; the stems have adventitious roots)
Bean (<i>Phaseolus</i>)	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>phaseoli</i> ; <i>Rhizobium tropicii</i> ; <i>Rhizobium etli</i>
Clover (<i>Trifolium</i>)	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>trifolii</i>
Pea (<i>Pisum sativum</i>)	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i>
<i>Aeschenomene</i> (aquatic)	<i>Photorhizobium</i> (photosynthetically active rhizobia that form stem nodules, probably associated with adventitious roots)

- Menurut Del Gallo dan Fendrik (1994), proses asosiasi *Azospirillum* pada tanaman diduga terjadi sebagai berikut :
 - (1) Adanya sifat kemotaksis dari bakteri. Kemampuan sensitivitas bakteri itu menyebabkan *Azospirillum* mampu mendeteksi dan tanggap terhadap eksudat akar yang sesuai dengan kebutuhannya. Dengan sifat kemotaksis tersebut bakteri mendekati permukaan akar ;
 - (2) bakteri kemudian melekat pada permukaan akar. Flagella dan polisakarida bakteri akan saling berikatan (fase pelekatan 1) ;

- Menurut Del Gallo dan Fendrik (1994), proses asosiasi *Azospirillum* pada tanaman diduga terjadi sebagai berikut : (lanjutan)
 - (3) terjadi pertukaran sinyal antara tanaman dengan bakteri ;
 - (4) bakteri memproduksi serat-serat selulosa yang menyebabkan bakteri terikat kuat pada permukaan akar (fase pelekatan 2);
 - (5) asosiasi sudah terjadi secara sempurna. *Azospirillum* memproduksi senyawa yang mendukung pertumbuhan tanaman dan menstimulasi produksi hormon tumbuh endogen di perakaran. *Azospirillum* berada di rizoplan (permukaan akar) dan di dalam jaringan akar tanaman.

- Keefektifan asosiasi *Azospirillum* – tanaman tergantung pada ketersediaan nutrisi sumber karbon, nitrogen, dan energi dalam rizosfer tanaman.
- Martinez-Drets dkk. (1989) mengungkapkan bahwa aktivitas reduksi asetilen oleh *Azospirillum lipoferum* paling baik jika digunakan glukosa sebagai sumber karbonnya, diikuti oleh malat, fruktosa, suksinat, piruvat, arabinosa, α -ketoglutarat, laktat, galaktosa, mannose, dan mannitol.

- Berdasarkan pengamatan yang intensif, ada beberapa faktor yang mempengaruhi fiksasi nitrogen pada asosiasi tanaman *Gramineae* dengan *Azospirillum* yang meliputi temperatur maksimum-minimum tanah dan udara, serta kandungan nitrogen dan kelembaban tanah (Boddey dan Döbereiner, 1994).

- Penambatan (fiksasi) N₂ bebas oleh *Azospirillum* dimungkinkan oleh adanya enzim *nitrogenase*. Pada *A. brasilense* dan *A. lipoferum* enzim itu terdiri atas komponen *nitrogenase* (protein MoFe), *denitrogen reduktase* (protein Fe) yang “inaktif”, dan aktivator enzimnya (Song Seung dkk., 1985).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri nitrifikasi dalam tanah :

- Ketersediaan amonia dan nitrit
- Aerasi
- Kelembaban
- Temperatur
- pH tanah
- Bahan organik

Biological Fixation

(where MOST nitrogen fixing is completed)

There are two types of “Nitrogen Fixing Bacteria”



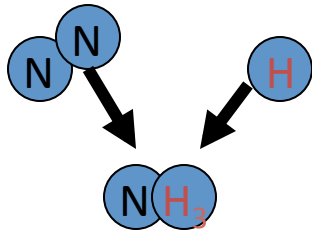
Free Living Bacteria
(*fixes* 30% of N_2)



Symbiotic Relationship Bacteria
(*fixes* 70% of N_2)

Free Living Bacteria

Highly specialized bacteria live in the soil and have the ability to combine *atmospheric nitrogen* with *hydrogen* to make *ammonia (NH₃)*.



Free-living bacteria live in soil and combine atmospheric nitrogen with hydrogen



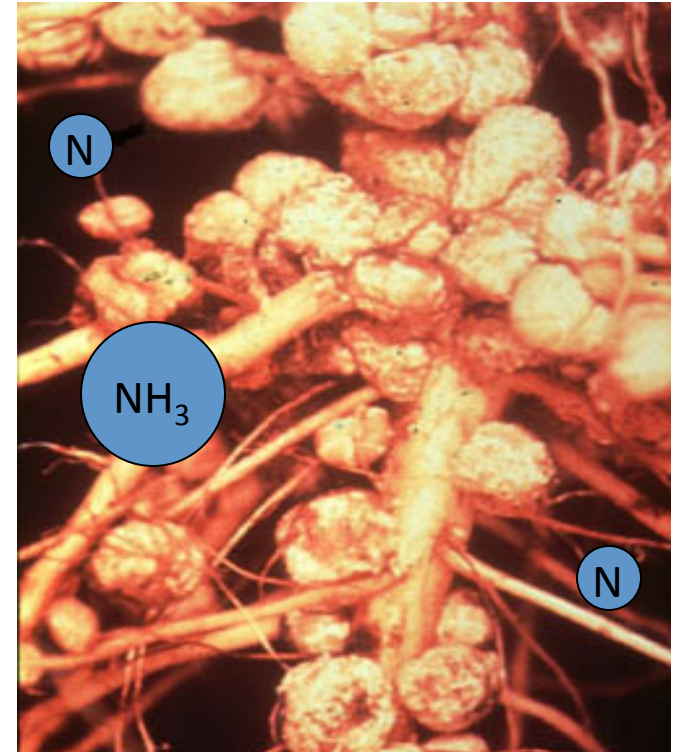
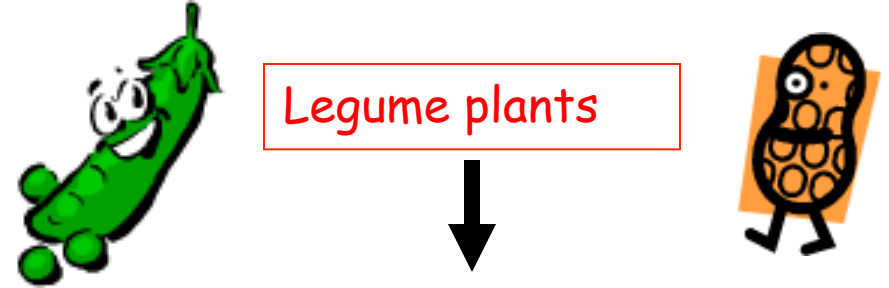
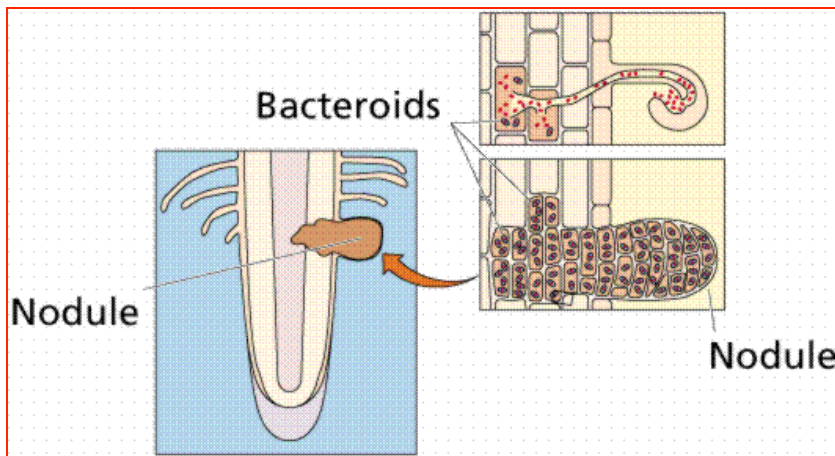
Nitrogen changes into ammonia



Bacteria

Symbiotic Relationship Bacteria

Bacteria live in the roots of legume family plants and provide the plants with *ammonia* (NH_3) in exchange for the plant's carbon and a protected home.



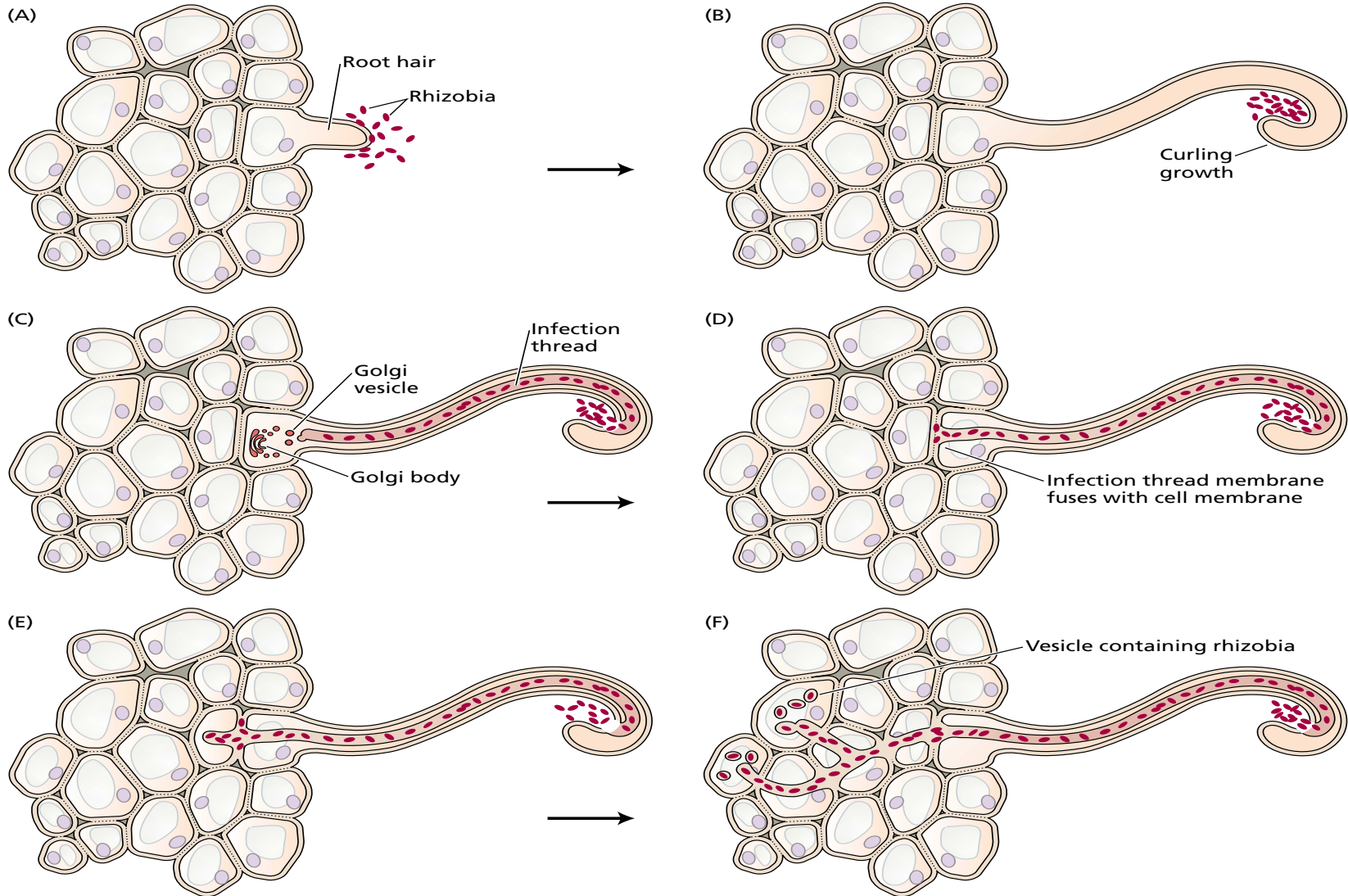
*Roots with nodules
where bacteria live*

*Nitrogen changes into
ammonia.*

Nitrogen Fixation

- Legumes commonly form N-fixation symbioses
- N fixation is not free
 - may cost the plant up to 30% of the C it captures from the atmosphere in photosynthesis
- Rate of N fixation is inversely proportional to available N in the soil.

Proses masuknya mikroba pada tumbuhan



Rates of Nitrogen Fixation

N₂ fixing system	Nitrogen Fixation (kg N/hect/year)
Rhizobium-legume	200-300
Cyanobacteria- moss	30-40
Rhizosphere associations	2-25
Free- living	1-2

Terima Kasih