



# Nitrogen Tanah dan Tanaman

Dosen :

1. Dr. Ir. Sumihar Hutapea, MS
2. Indah Apriliya, SP, M.Si

# Nitrogen Tanah dan Tanaman

- Unsur hara esensial (mutlak diperlukan untuk pertumbuhan tanaman)
- Dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah banyak (hara makro)
- Penyusun 40 – 50 % protoplasma
- Berperan sebagai komponen utama penyusun protein, hormon, klorofil, vitamin dan enzim
- Faktor utama pertumbuhan vegetatif batang dan daun (Merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman)

# Sumber Nitrogen

- Tanaman menyerap unsur nitrogen terutama dalam bentuk (**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**) dan (**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**)
- Sumber nitrogen tanaman berasal dari gas N<sub>2</sub> di atmosfer (Kandungan N<sub>2</sub> : ±78%) melalui :
  1. Fiksasi Biologik
  2. Fiksasi karena loncatan listrik
  3. Fiksasi oleh proses industri pupuk N
- Fiksasi Biologik :
  - Simbiotik
  - Non-simbiotik

# Sumber Nitrogen

- Fiksasi Biologik :
  - Simbiotik : Bakteri bersimbiosis dengan akar tanaman. Contoh : Bakteri *Rhizobium* (Bakteri memiliki tanaman inang tertentu dan hanya akan bersimbiosis dengan tanaman inang itu saja).
  - Non-simbiotik : Bakteri hidup bebas  
Contoh : *Azotobacter*, *Clostridium*, *Beijerinckia*
- Fiksasi karena loncatan listrik
  - Senyawa-senyawa nitrogen sampai di permukaan bumi melalui hujan (Jumlah nitrogen yang sampai ke bumi berkisar antara 1-50 kg/ha per tahun, tergantung dari letaknya).

# Sumber Nitrogen

- Fiksasi oleh proses industri pupuk N

Dikenal 3 reaksi dasar pengikatan nitrogen dari atmosfer:

1. Sintesis amoniak : NH<sub>3</sub> (Proses Haber-Bosch)



2. Sintesis sianamida (Proses Frank & Caro)



3. Sintesis nitrat (Birkland & Eyde)



# Bentuk Nitrogen dalam Tanah

➤ Senyawa N- anorganik :

1. Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ),
  2. Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ),
  3. Amonium ( $\text{NH}_4^+$ ),
  4. Gas dinitrogen ( $\text{N}_2$ ) → Dimanfaatkan oleh *Rhizobium*
  5. Oksida nitrus ( $\text{N}_2\text{O}$ ),
  6. Oksida nitrik ( $\text{NO}$ )
- } Penting dalam kesuburan tanah  
} Hilang dalam bentuk gas (denitrifikasi)

➤ Senyawa N-organik, dalam lapisan tanah adalah:

1. Asam-asam amino atau protein (20 – 40 %),
2. Gula-gula amino seperti heksosamine (5-10%),
3. Purin, dan pirimidin ( $\leq 1 \%$ )

# Transformasi N dalam Tanah

## 1. Mineralisasi Nitrogen

- Perombakan bentuk dari N organik menjadi bentuk anorganik
- Berlangsung dengan bantuan organisme tanah heterotrof yang menggunakan bahan organik sebagai sumber energi.
- Terdiri atas proses:
  - a. Aminisasi
  - b. Amonifikasi
  - c. Nitrifikasi
- Tahap aminisasi dan amonifikasi berlangsung di bawah aktivitas mikroorganisme yang heterotrop, sedangkan tahap nitrifikasi dipengaruhi oleh bakteri-bakteri etotrop.

# Transformasi N dalam Tanah

## a. Proses Aminisasi

- Proses pembebasan senyawa-senyawa asam amino dari bahan organik (protein) oleh mikroorganisme
- Reaksi Aminisasi :



## b. Proses Amonifikasi

- Reduksi dari N amin menjadi amoniak ( $\text{NH}_3$ ) atau ion-ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ )

- Reaksi Amonifikasi :



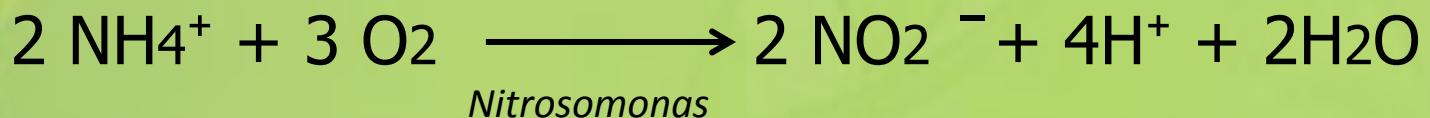
- Senyawa amonium yang dihasilkan dapat :

- 1) Dikonversi ke nitrit dan nitrat
- 2) Diambil langsung oleh tanaman

# Transformasi N dalam Tanah

## c. Proses Nitrifikasi

- Proses perubahan amonium menjadi nitrat
- Melalui 2 tahap oksidasi biologi, yaitu :  
Perubahan amonium menjadi nitrit, reaksi :



Perubahan nitrit menjadi nitrat, reaksi :



# Transformasi N dalam Tanah

- Reaksi nitrifikasi membebaskan H+, yang merupakan sebab terjadinya pengasaman tanah bila dipupuk dengan pupuk-pupuk NH<sub>4</sub> atau pupuk buatan seperti urea.
- Faktor-faktor yang mempengaruhi proses nitrifikasi adalah :
  - 1) Jumlah NH<sub>4</sub><sup>+</sup> di dalam tanah;
  - 2) Populasi bakteri nitrifikasi;
  - 3) Reaksi tanah;
  - 4) Aerasi;
  - 5) Kelembaban tanah; dan
  - 6) Suhu

# Transformasi N dalam Tanah

## 2. Immobilisasi Nitrogen

- Perombakan bentuk dari N anorganik menjadi bentuk organik
- Berlangsung melalui aktivitas biologi
- Bentuk N yang terimobilisasi tidak dapat tersedia bagi tanaman
- Selama proses immobilisasi → mikro organisme berkompetisi berebut NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> dengan akar
- Biasanya terjadi apabila kedalam tanah ditambahkan banyak sekali bahan organik dengan C/N yang tinggi (C/N bahan organik > 30 (Mis: Jerami padi), C/N bahan organik sedang adalah 20-30)

# Kehilangan N dalam Tanah

1. Digunakan tanaman dan mikro organisme
2. Fiksasi NH<sub>4</sub> oleh mineral liat tipe 2:1 (vermikulit, illit dan montmorillonit)
3. Pencucian
4. Proses denitrifikasi
5. Volatilisasi (penguapan)

Ad. 2. Fiksasi NH<sub>4</sub> dipengaruhi oleh:

- Kelembaban
- Temperatur tanah
- Kadar Kalium

# Kehilangan N dalam Tanah

## Ad.3. Pencucian

- $\text{NO}_3^-$  mudah tercuci karena ion ini relatif tidak diikat oleh tanah (tidak dijerap dalam kompleks jerapan koloid tanah).
- Dapat lebih cepat berlangsung dengan adanya lubang bekas akar mati/cacing tanah.
- Banyak terdapat pada tanah-tanah vertisol dan wilayah dengan curah hujan tinggi

# Kehilangan N dalam Tanah

## ad 4. Denitrifikasi

- Reduksi kimia nitrat menjadi gas nitrogen (NO, NO<sub>2</sub>, dan N<sub>2</sub>)
- Dilakukan oleh mikroorganisme/bakteri aerobik : *Agroacterium, Alcaligenes, Bacillus, Thiobacillus, Pseudomonas*
- Proses Denitrifikasi



# **Faktor-Faktor yang mempengaruhi denitrifikasi:**

1. Jumlah dan sifat bahan organik
2. Kadar air tanah (kelembaban tanah)
3. Aerasi : kandungan nitrat & nitrit tergantung pada ketiadaan O<sub>2</sub>
4. pH tanah : Bakteri denitrifikasi sangat peka pada tanah masam
5. Suhu tanah (terhambat bila suhu > 60°C)
6. Kadar Nitrat ( NO<sub>3</sub> tinggi, denitrifikasi naik)

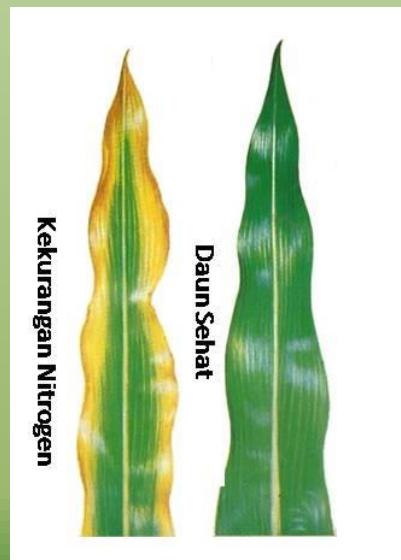
# Kehilangan N dalam Tanah

## ad 5. Volatilisasi amoniak

- Kehilangan N ke atmosfir sebagai gas amoniak ( $\text{NH}_3$ ), terjadi jika pupuk N dalam bentuk ammonium berada di permukaan tanah terutama pada:
  - pH tinggi ( $\text{pH} > 7$ ),
  - suhu tinggi,
  - tanah berkapur

# Gejala Defisiensi Nitrogen

- Tanaman tumbuh dengan lambat (kurus, kerdil, berwarna pucat) dibandingkan dengan tanaman sehat
- Produksi protein terbatas
- Gejala awal akan terlihat pada daun-daun tua akibat N nya dimobilisasi (proteolisis menghasilkan Asam Amino) untuk pembentukan daun-daun muda



# Gejala Defisiensi Nitrogen

- Untuk tanaman serealia ditandai dengan jumlah anakan sedikit, Jumlah tongkol persatuan luas sedikit
- Hasil biji biasanya lebih kecil, kandungan protein tinggi, akibat berkurangnya import karbohidrat ke biji selama fase pengisian biji
- Batang pendek, tipis, daun-daun kecil, pucat hijau kekuningan, kuning, orange, merah, coklat, kadang-kadang ungu dimulai dari daun tua, kemudian berkembang ke daun-daun muda

# Kelebihan Nitrogen

- Kelebihan N dapat terjadi karena Kelebihan dosis pemupukan N
- Kelebihan N dapat memperpanjang umur tanaman terutama pada fase vegetatif, sehingga memperlambat masa panen.
- Gejala kelebihan Nitrogen :
  - warna daun hijau tua gelap sukulen,
  - pertumbuhan vegetatif pesat
  - mudah rebah

# Pemupukan N



## Definisi Pupuk :

- Bentuk mineral yang diberikan pada tanah, untuk menambah unsur hara sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman
- Suatu bahan yg diberikan ke dlm tanah untuk meningkatkan produksi tanaman dalam keadaan lingkungan yang baik.
- Pemupukan : Penambahan bhn tsb ke dlm tnh agar tanah menjadi lebih subur.

# Macam-macam pupuk N :

Dikelompokkan menjadi 3 :



1. Pupuk amonium (senyawa dasar amonium) :

- a. anhidrus amoniak ( $\text{NH}_3$ )
- b. akua amoniak (amoniak cair/*ammonia water* & urea ammonium nitrat/UAN)
- c. amonium sulfat (Swavelzure amoniak/ZA)
- d. amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )
- e. amonium nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )
- f. amonium nitrat limestone (ANL)
- g. kalsium amonium nitrat (CAN/Cal-nitro)

2. Pupuk nitrat :

- a. kalsium nitrat,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- b. natrium nitrat,  $\text{NaNO}_3$

3. Pupuk amida :

- a. urea,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  (karbamida) -----Paling banyak digunakan**
- b. kalsium sianamida,  $\text{CaCN}_2$

# Urea

- Disebut juga **karbamida** karena merupakan gabungan dari CO<sub>2</sub> dan amida.
- Dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman, tetapi dalam tanah biasanya akan diubah menjadi amonium (via amonifikasi) dan nitrat (via nitrifikasi).
- Memiliki Sifat **higroskopis** → mudah larut dan menguap
- Dalam tanah, urea dihidrolisis oleh enzim urease menjadi NH<sub>4</sub>-karbamat yg selanjutnya terpecah menjadi NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> :  
$$\text{CO(NH}_2\text{)}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{NCOONH}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$$
- NH<sub>3</sub> tersebut akan :
  - bereaksi dg air membentuk NH<sub>4</sub>OH
  - sebagian larut dalam air sehingga pH tanah di dekat lokasi pupuk akan meningkat, beberapa unsur hara terganggu ketersediaannya pada awal pertumbuhan (terutama P)

**KEBUTUHAN PUPUK TAHUN 2006 - 2015,  
DEPARTEMEN PERTANIAN RI**

**1. KEBUTUHAN PUPUK UREA THN 2006 - 2015**

KEBUTUHAN TON/TAHUN	T A H U N										GROWTH %
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Urea Growth		?	6.65	0.74	83	0.91	?	?	?	?	
<b>SUBSIDI</b>											
1. Pangan		<b>4.134.245</b>	<b>4.312.805</b>	<b>4.499.257</b>	<b>4.603.963</b>	<b>4.897.287</b>	<b>5.108.653</b>	<b>5.331.441</b>	<b>5.563.093</b>	<b>5.805.058</b>	4.33
2. Serealia		3.164.438	3.291.918	3.422.658	3.659.662	3.701.945	3.850.023	4.604.024	4.164.185	4.330.752	4.00
3. Kabi		193.968	201.727	209.796	218.188	226.915	235.982	246.431	235.249	265.459	4.00
4. Hortikultura		775.839	820.062	866.805	916.213	968.437	1.023.638	1.081.986	1.143.659	1.208.847	5.70
5. Kebun Rakyat		<b>1.564.772</b>	<b>1.721.249</b>	<b>1.893.374</b>	<b>2.082.712</b>	<b>2.290.983</b>	<b>2.520.081</b>	<b>2.772.089</b>	<b>3.049.298</b>	<b>3.354.228</b>	10.00
6. Peternakan		<b>13.074</b>	<b>13.728</b>	<b>14.414</b>	<b>15.136</b>	<b>15.892</b>	<b>16.686</b>	<b>17.520</b>	<b>18.396</b>	<b>19.316</b>	5.00
<b>Jumlah Pupuk</b>	<b>4.300.000</b>	<b>5.712.091</b>	<b>6.047.782</b>	<b>6.407.045</b>	<b>6.791.811</b>	<b>7.204.172</b>	<b>7.646.420</b>	<b>8.121.050</b>	<b>8.630.787</b>	<b>9.178.602</b>	6.11
<b>Bersubsidi = 1+5+6</b>											
<b>NON SUBSIDI</b>											
7. Kebun Besar	590.000	2.405.492	2.646.041	2.910.645	3.201.709	3.521.881	3.874.069	4.261.476	4.687.623	5.156.385	10,00
8. Perikanan		300.000	312.000	324.480	337.459	350.958	364.996	379.596	394.780	410.571	4,00
9. Industri	730.000	751.900	774.457	797.691	821.621	846.270	871.658	897.808	924.742	952.484	3,00
<b>Jumlah Pupuk Non Subsidi</b>	<b>1.320.000</b>	<b>3.457.392</b>	<b>3.732.498</b>	<b>4.032.816</b>	<b>4.360.789</b>	<b>4.719.109</b>	<b>5.110.723</b>	<b>5.538.880</b>	<b>6.007.145</b>	<b>6.519.440</b>	8,25
<b>Jumlah Pupuk unt.</b>	<b>4.890.000</b>	<b>8.417.583</b>	<b>9.005.823</b>	<b>9.642.170</b>		<b>10.330.97</b>	<b>11.077.01</b>	<b>11.885.48</b>	<b>12.762.12</b>	<b>13.713.19</b>	<b>14.745.55</b>
<b>Pertanian=1+5+6+7+8</b>						9	1	5	2	0	8
<b>Total Kebutuhan Pupuk Urea</b>	<b>5.620.000</b>	<b>9.169.483</b>	<b>9.780.280</b>		<b>10.439.86</b>	<b>11.152.60</b>	<b>11.923.28</b>	<b>12.757.14</b>	<b>13.659.93</b>	<b>14.637.93</b>	<b>15.698.04</b>
<b>Kapasitas Produksi</b>	Ton	7.872.000	7.872.000	7.872.000	7.872.000	7.872.000	7.872.000	7.872.000	7.872.000	7.872.000	
<b>Balance</b>	Ton	-1.297.483	-1.908.280	-2.567.861	-3.280.600	-4.051.281	-4.885.143	-5.787.930	-6.765.932	-7.826.042	
Equivalent Pabrik Baru											
Standard 570.000/thn		2,3	3,5	4,5	5,8	7,5	9,0	10,7	12,5	14,5	

# Peningkatan Efisiensi Pupuk Nitrogen

1. Penempatan **di bawah permukaan tanah** akan mengurangi penguapan NH<sub>3</sub>
2. Mengatur sifat-sifat tanah dan kelembaban tanah
3. **Memperbaiki sifat pupuk :**
  - a) membuat pupuk **lambat tersedia** (*slow release*), dg cara :
    - dibungkus dg pembungkus biasa maupun membran
    - pencampuran pembungkus dalam matriks pupuk
    - memperbesar ukuran pupuk → memperkecil ruang kontak dg tanah
  - b) memberikan penghambat nitrifikasi atau penghambat urease (misal : Fenil fosforodiamida, disiandiamida, dsb.)

# BEBERAPA ASPEK TAMBAHAN DARI PUPUK N:

## 1. Recovery rate (RR)

- Efisiensi suatu pupuk (RR)

$$RR = \frac{\text{jumlah yg diabsorbsi tanaman}}{\text{jumlah yg diberikan ke dalam tanah}} \times 100\%$$

- Menggambarkan jumlah pupuk yg diambil oleh tanaman
- RR pupuk N = 50-60% untuk pupuk anorganik dan  
20-30% untuk pupuk organik

## 2. Efek residu

- Efek dari pupuk yg diberikan pada musim sebelumnya terhadap tanaman berikutnya.





## Dosis Pupuk N yg optimum :

$$\text{Dosis} = (A - B) \times \% C$$

Keterangan :

A = Jumlah hara yg dibutuhkan tanaman

B = Jumlah hara yang dapat disediakan  
oleh tanah

C = % efisiensi pupuk yg dipakai

# Kemasaman dan Kebasaan pupuk

- Equivalent acidity (EA)
  - pupuk yg bereaksi masam
  - Jumlah kapur atau basa yg diperlukan untuk menetralkan kemasaman yg ditimbulkan oleh 100 kg pupuk tertentu
  
- Equivalent basicity (EB)
  - pupuk yg bereaksi basa
  - Jumlah kapur lebih yg ditimbulkan oleh 100 kg pupuk tertentu

# Tugas Individu-Opini Pribadi

Ketentuan dan *deadline* tugas tercantum pada E-Learning

COVID-19 merupakan tantangan baru kehidupan manusia saat ini, menurut Anda :

1. Menurut opini Anda, bagaimana awal mula dugaan virus ini dapat menginfeksi manusia? (Hubungkan dengan keseimbangan ekosistem)
2. Bagaimana pengaruh/dampak keberadaan infeksi virus ini terhadap dunia pertanian? (Hubungkan dengan *food and agriculture supply chain*)
3. Menurut Anda, Bagaimana alternatif strategi yang tepat mengatasi problem yang timbul pada poin 2.

**2 Orang Jawaban menarik dan berdasarkan data/sumber yang valid akan mendapatkan reward pulsa Rp. 50.000,-**



**TERIMA KASIH**

*Semoga Kita selalu dilindungi Tuhan YME, Aamiin*