

BAB 7 INDUSTRI PUPUK

Pengantar

Pupuk adalah semua bahan yang ditambahkan pada tanah dengan maksud untuk memperbaiki sifat fisis, kimia dan biologis. Sebagai tempat tumbuhnya tanaman, tanah harus subur, yaitu memiliki sifat fisis, kimia, dan biologi yang baik. Sifat fisis menyangkut kegemburan, porositas, dan daya serap. Sifat kimia menyangkut pH serta ketersediaan unsur-unsur hara. Sedangkan sifat biologis menyangkut kehidupan mikroorganisme dalam tanah. Seperti makhluk hidup yang lain, tumbuhan memerlukan nutrisi baik zat organik maupun zat anorganik. Nutrisi organik diperoleh melalui proses fotosintesis, sedangkan nutrisi anorganik semuanya diperoleh melalui akar dari dalam tanah dalam bentuk zat-zat terlarut berupa kation dan anion yang mampu masuk ke dalam pembuluh xilem akar.

Tumbuhan memiliki zat-zat penyusun yang sangat penting bagi kelangsungan hidupnya. Zat tersebut terdiri atas:

1. Unsur-unsur esensial, yaitu unsur-unsur yang mutlak diperlukan oleh segala macam tumbuhan (16 unsur). Unsur-unsur ini disebut unsur hara makro dan mikro. Unsur-unsur makro (diperlukan dalam jumlah banyak) yaitu C, H, O, N, P, K, Ca, Mg dan S. Sedangkan unsur-unsur mikro (zat hara tambahan) yaitu Fe, Mn, Cu, Mo, Co, Zn, dan B.
1. Unsur-unsur non esensial, yaitu unsur tambahan yang hanya diperlukan oleh jenis tumbuhan tertentu, baik dalam jumlah besar maupun kecil. Antara lain Na, Cl, Al, Si.

Pemakaian pupuk bertujuan untuk menambahkan unsur-unsur yang diperlukan bagi tumbuhan untuk dapat tumbuh subur. Untuk mengetahui unsur tersebut, berikut ini akan dijelaskan sumber dan fungsi unsur hara tersebut.

Karbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen (O) diserap tumbuhan dari udara dan air dalam bentuk CO_2 dan H_2O . Ketiga unsur ini merupakan unsur dasar penyusun senyawa organik dalam tumbuhan, seperti karbohidrat, protein dan lemak. Kekurangan unsur tersebut mengakibatkan tumbuhan layu, mengering dan mati.

Nitrogen (N) diserap oleh akar dalam bentuk ion nitrat NO_3^- atau ion ammonium NH_4^+ yang berasal dari penguraian sisa-sisa organisme serta senyawa nitrogen hasil fiksasi nitrogen oleh bakteri dan petir. Nitrogen berfungsi untuk bahan sintesis asam amino, protein, asam nukleat, klorofil, merangsang pertumbuhan vegetatif, membuat bagian tanaman menjadi lebih hijau karena mengandung butir hijau yang penting dalam proses fotosintesis dan mempercepat pertumbuhan tanaman. Kekurangan unsur Nitrogen menyebabkan warna daun menjadi hijau muda dan akhirnya kuning (menyebabkan klorosis), pertumbuhan lambat dan tanaman menjadi kerdil dan buah masak sebelum waktunya. Sebaliknya, kelebihan Nitrogen dapat menghambat pembungaan dan pematangan.

Phosphor (P) diserap oleh akar dalam bentuk ion HPO_4^{2-} atau ion H_2PO_4^- yang berasal dari sisa-sisa organisme. Sebenarnya, di alam terdapat banyak batuan fosfat berupa senyawa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, tetapi sukar larut dalam air sehingga tidak dapat diserap oleh tumbuhan. Phosphor berfungsi memacu pertumbuhan akar pada benih dan tumbuhan muda, mempercepat

pembungaan dan pemasakan buah atau biji, serta berguna pada pembentukan asam nukleat (inti sel), fosfolipid (lemak), dan protein dan koenzim. Kekurangan Phosphor menyebabkan pertumbuhan terhambat, daun mudah rontok, pembentukan buah dan biji jelek, dan terjadi nekrosis atau kematian sel.

Kalium (K) diserap oleh tumbuhan dalam bentuk ion K^+ yang berasal dari berbagai mineral seperti ortoklas ($KSiO_3$) dan lesit (K_2SiO_3). Kalium berfungsi sebagai katalisator dalam pembentukan karbohidrat (fotosintesis) dan protein, memperkokoh tubuh tumbuhan dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama. Kekurangan Kalium menyebabkan pertumbuhan tanaman lambat dan kerdil, serta daun menjadi kuning dan timbul noda-noda berupa bercak merah cokelat dan akhirnya terjadi nekrosis (kematian) dari daun.

Kalsium (Ca) diserap oleh akar dalam bentuk ion Ca^{2+} yang berasal dari mineral seperti Kalsit ($CaCO_3$). Kalsium berfungsi untuk mengeraskan batang serta merangsang pembentukan biji-bijian. Kekurangan kalsium menyebabkan proses pembelahan sel terhambat, daun keriput dan tanaman lemah.

Magnesium (Mg) diserap oleh akar dalam bentuk ion Mg^{2+} yang berasal dari berbagai mineral seperti Dolomit ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$). Magnesium berfungsi untuk pembentukan klorofil, kekurangan magnesium menyebabkan klorosis, daun menguning dan timbul bercak merah walaupun sirip dan tulang daun tetap hijau.

Belerang diserap oleh akar tanaman sebagai ion sulfat (SO_4^{2-}) yang berasal dari Gips ($CaSO_4$) dan Barit ($BaSO_4$). Belerang berfungsi sebagai penyusun protein dan membantu pembentukan klorofil sehingga warna daun menjadi lebih hijau. Kekurangan belerang menyebabkan daun menjadi kuning, pertumbuhan terhambat dan tanaman menjadi kerdil.

Ferum (Fe) diserap oleh akar dalam bentuk ion Fe^{3+} atau ion Fe^{2+} . Besi berfungsi sebagai unsur penting pada pembentukan klorofil, kekurangan zat besi menyebabkan klorosis hingga tanaman mengalami kematian.

Mangan (Mn) diserap oleh akar sebagai ion Mn^{2+} . Mangan dapat membantu proses pembentukan klorofil dan enzim pada pernapasan. Kekurangan mangan menyebabkan klorosis pada tulang daun.

Tembaga (Cu) diserap sebagai ion Cu^+ dan ion Cu^{2+} . Tembaga berguna dalam reaksi redoks (enzim biosintesis redoks). Kekurangan tembaga menyebabkan kusutnya ujung daun dan akhirnya gugur.

Molibdenum (Mo) diserap akar dalam bentuk ion MoO_4^{2-} . Molibdenum berfungsi sebagai pengikat nitrogen yang esensial (reduksi nitrat), kekurangan unsur ini menyebabkan pertumbuhan terganggu. Sebaliknya jika kelebihan akan menyebabkan keracunan.

Klorin (Cl) diserap oleh akar sebagai ion Cl^- . Klorin berfungsi sebagai aktivator fotosintesis, kekurangan klorin menyebabkan fotosintesis terganggu.

Seng (Zn) diserap dalam bentuk ion Zn^{2+} . Seng berfungsi mengaktifkan beberapa enzim dan berperan dalam proses pembentukan indol asetat, kekurangan seng menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat.

Boron (B) diserap sebagai ion $H_2BO_3^-$. Boron berfungsi dalam pembentukan jaringan tumbuhan, kekurangan boron menyebabkan terganggunya pertumbuhan meristem pembuluh angkut.

Kekurangan unsur-unsur hara tersebut dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan akan terganggu atau tidak sempurna.

Jenis-jenis Pupuk

Berdasarkan proses terjadinya, pupuk dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

❖ Pupuk Alami

Pupuk alami berasal dari tumbuhan atau kotoran hewan yang terurai dengan sendirinya di dalam tanah. Terbentuknya pupuk alami akan meningkatkan sifat alami tanah karena menambah unsur-unsur zat hara dan mineral dalam tanah. Pupuk alami dibedakan menjadi pupuk hijau, pupuk kandang dan pupuk kompos.

❖ Pupuk Buatan

Pupuk buatan adalah semua jenis pupuk yang dibuat atau disintesis oleh tangan manusia di dalam pabrik atau industri, pupuk buatan dapat dikatakan sebagai pupuk anorganik karena disusun atas senyawa-senyawa anorganik yang mengandung unsur hara tertentu berkadar tinggi.

Berdasarkan unsur hara yang dikandungnya, pupuk buatan digolongkan menjadi dua yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal, merupakan pupuk yang tersusun atas satu jenis unsur hara. Contoh Pupuk nitrogen yang terdapat pada Tabel 1. yang menunjukkan jenis pupuk nitrogen beserta kadarnya:

Tabel.1
Jenis Pupuk Nitrogen dan Prosentase kadarnya

No.	Nama Pupuk	Rumus Kimia	Kadar Nitrogen
1.	Urea	$\text{CO}(\text{NH})_2$	45-46%
2.	ZA	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	20,5-21%
3.	Amonium nitrat	NH_4NO_3	35%
4.	ASN (Aminium Sulfat Nitrat)	$(\text{NH}_4)_3\text{SO}_4\text{NO}_3$	23-26%
5.	Sendawa chili	NaNO_3	15%
6.	Amonium klorida	NH_4Cl	20%

Proses penyerapan pupuk oleh Tanaman

Secara umum proses penyerapan unsur-unsur hara berupa ion-ion logam yang terlarut dalam air dilakukan oleh akar melalui pembuluh xilem. Proses penyerapan tersebut berupa reaksi penukaran ion, seperti halnya tanaman yang kekurangan amonium diberi pupuk ZA $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ akan menyerap ion NH_4^+ dan melepaskan H^+ melalui mekanisme osmosis. Jika tumbuhan kekurangan fosfor maka tanaman akan menyerap ion PO_4^{3-} dan melepaskan OH^- . Reaksi pertukaran ion ini terjadi karena adanya tekanan osmosis antara tanaman dan tanah dan dipengaruhi juga oleh gaya kohesi antara molekul H_2O yang sangat kuat. Hal ini menyebabkan unsur hara yang terlarut dalam tanah dapat terserap oleh tumbuhan. Setelah unsur hara berada dalam tubuh tumbuhan, maka unsur hara tersebut disebarkan ke seluruh bagian tumbuhan melalui pembuluh kapiler. Tumbuhan akan memproses semua unsur hara menghasilkan uap air

dan gas oksigen murni yang dikeluarkan oleh tumbuhan tersebut. Berikut ini gambaran mengenai proses penyerapan pupuk oleh tanaman. Terdapat berbagai Jenis industri pupuk, pada tulisan terbatas ini hanya akan diuraikansatu jenis industri yaitu industri pupuk urea.

Industri Urea

Bahan baku dalam pembuatan urea adalah gas CO_2 dan NH_3 cair yang dipasok dari Pabrik Amoniak. Proses pembuatan urea di bagi menjadi 6 Unit terdapat pada Gambar 1.

1. Sintesa Unit
2. Purifikasi Unit
3. Kristaliser Unit
4. Prilling Unit
5. Recovery Unit
6. Proses Kondensat Treatment Unit

a. Sintesa Unit

Unit ini merupakan bagian terpenting dari pabrik Urea, untuk mensintesa dengan mereaksikan NH_3 cair dan gas CO_2 didalam Urea Reactor dan kedalam reaktor ini dimasukkan juga larutan Recycle karbamat yang berasal dari bagian Recovery. Tekanan operasi proses sintesa adalah 175 Kg/cm^2 . Hasil Sintesa Urea dikirim ke bagian Purifikasi untuk dipisahkan Ammonium Karbamat dan kelebihan amoniannya setelah dilakukan Stripping oleh CO_2 .

b. Purifikasi Unit

Amonium Karbamat yang tidak terkonversi dan kelebihan amonia di Unit Sintesa diuraikan dan dipisahkan dengan cara penurunan tekanan dan pemanasan dengan 2 langkah penurunan tekanan, yaitu pada 17 Kg/cm^2 dan $22,2 \text{ Kg/cm}^2$. Hasil penguraian berupa gas CO_2 dan NH_3 dikirim kebagian recovery, sedangkan larutan urea dikirim ke bagian Kristaliser.

c. Kristaliser Unit

Larutan Urea dari unit Purifikasi dikristalkan di bagian ini secara vakum, kemudian kristal urea dipisahkan di pemutar sentrifugal. Panas yang diperlukan untuk menguapkan air diambil dari panas sensibel larutan urea, maupun panas kristalisasi urea dan panas yang diambil dari sirkulasi urea slurry ke HP Absorber dari Recovery.

d. Prilling Unit

Kristal urea keluaran pemutar sentrifugal dikeringkan sampai menjadi 99,8 % berat dengan udara panas, kemudian dikirimkan ke bagian atas prilling tower untuk dilelehkan dan didistribusikan merata ke distributor, dan dari distributor dijatuhkan kebawah sambil didinginkan oleh udara dari bawah dan menghasilkan produk urea butiran (prill). Produk urea dikirim ke Bulk Storage dengan Belt Conveyor.

e. Recovery Unit

Gas Ammonia dan Gas CO_2 yang dipisahkan dibagian Purifikasi diambil kembali dengan 2 langkah absorpsi dengan menggunakan Mother Liquor sebagai absorben, kemudian direcycle kembali ke bagian Sintesa.

f. Proses Kondensat Treatment Unit

Uap air yang menguap dan terpisahkan dibagian kristaliser didinginkan dan dikondensasikan. Sejumlah kecil urea, NH_3 dan CO_2 ikut kondensat kemudian diolah dan dipisahkan di Stripper dan Hydroliser. Gas CO_2 dan gas NH_3 dikirim kembali ke bagian purifikasi

untuk direcover. Sedang air kondensatnya dikirim ke utilitas.

Digram proses pembuatan urea terdapat pada Gambar 1.

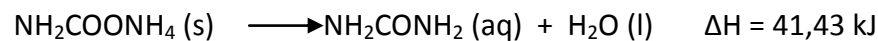
Prinsip Pembuatan Urea

Sintesa urea dapat berlangsung dengan bantuan tekanan tinggi. Sintesa ini dilaksanakan untuk pertama kalinya oleh BASF pada tahun 1941 dengan bahan baku karbon dioksida (CO_2) dan amoniak (NH_3).

Sintesa urea berlangsung dalam dua bagian. Selama bagian reaksi pertama berlangsung, dari amoniak dan karbon dioksida akan terbentuk amonium karbamat. Reaksi ini bersifat eksoterm.



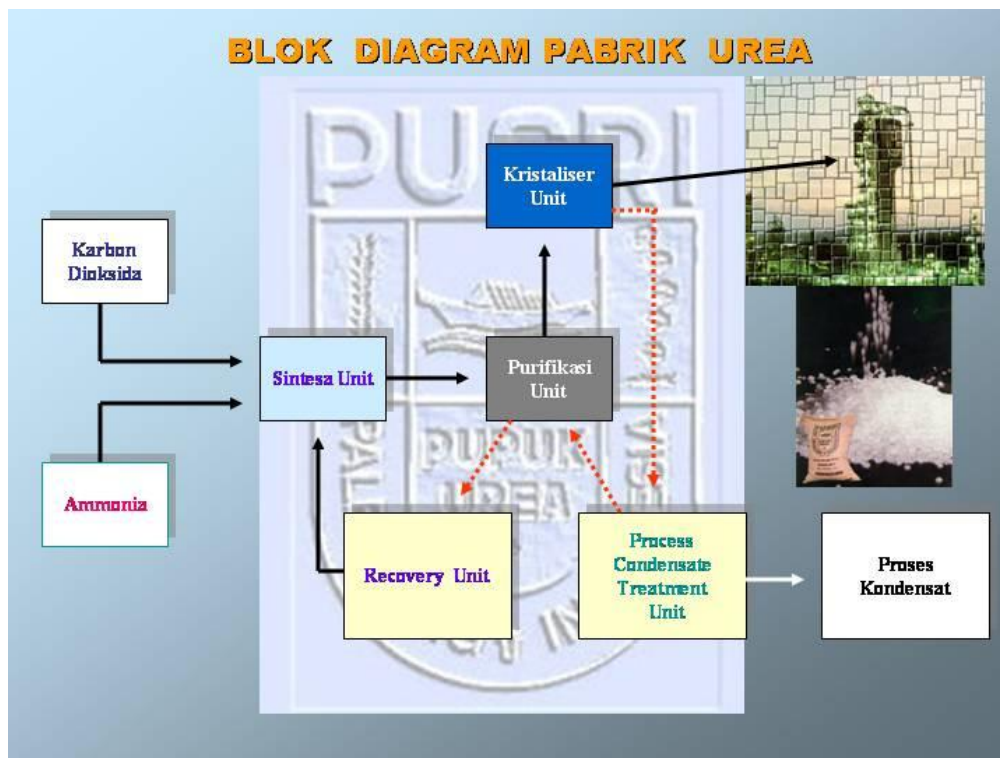
Pada bagian kedua, dari amonium karbamat terbentuk urea dan air. Reaksi ini bersifat endoterm.



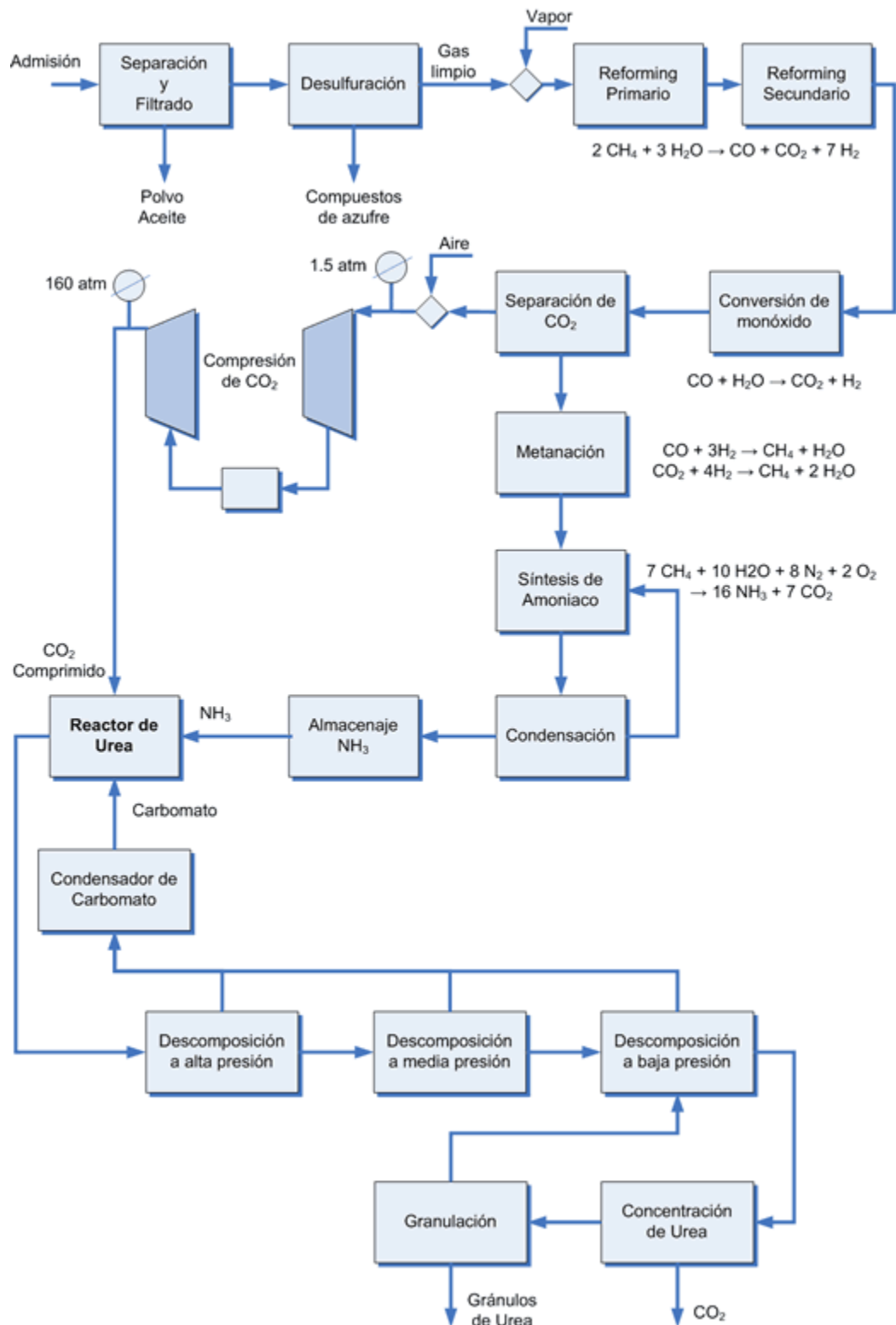
Sintesa dapat ditulis menurut persamaan reaksi sebagai berikut:



Kedua bagian reaksi berlangsung dalam fase cair pada interval temperatur mulai 170-190°C dan pada tekanan 130 sampai 200 bar. Reaksi keseluruhan adalah eksoterm. Panas reaksi diambil dalam sistem dengan jalan pembuatan uap air. Bagian reaksi kedua merupakan langkah yang menentukan kecepatan reaksi dikarenakan reaksi ini berlangsung lebih lambat dari pada reaksi bagian pertama.



(b) Blok Diagram Proses Pembuatan Urea di Pabrik PT. PUSRI



Gambar1. Diagram Proses Pembuatan Pupuk Urea Secara umum

5. Kesimpulan

Salah satu aspek penting sebagai pendukung perkembangan teknologi pertanian di atas

adalah penggunaan pupuk sebagai penyubur tanaman. Pupuk adalah semua bahan yang ditambahkan pada tanah dengan maksud untuk memperbaiki sifat fisis, kimia dan biologis. Teknologi pembuatan pupuk sangat erat kaitannya dengan bahan baku yang digunakan, penggunaan bahan baku sangat menentukan jenis pupuk yang dihasilkan.

Sedangkan metode atau cara yang digunakan selama proses pengolahan mempengaruhi aspek ekonomi dan efisiensi. Segala kegiatan produksi pupuk akan berpengaruh terhadap lingkungan sehingga perlu dilakukan analisis dampak lingkungan.

Daftar Pustaka

1. Anonim. (tanpa tahun). The urea cycle. [online].
2. Anonim. 2005. Pupuk kaltim. [online]. “www.Pupuk Kaltim.com/index.php?co=f2011”
3. Priantoro, Laksmi. 1989. Manusia dan Lingkungan Hidup. Bandung: FPMIPA IKIP Bandung.
4. Goenawan. 1999. Kimia 2B. Jakarta: Gramedia Widiasrana Indonesia.
5. Sulanjana, Agung dkk. 2005. Makalah Industri Pupuk dan Amonia. Bandung; Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.