



LARUTAN HARA



MERCY BIENTRI YUNINDANOVA, SP.MSi





- Teknik hidroponik sangat bergantung pada larutan nutrisi yang digunakan, penggunaan nutrisi yang berlebihan dapat menyebabkan keracunan pada tanaman, dan sebaliknya penggunaan nutrisi yang terlalu sedikit dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman (Mortvedt, 1991).



LARUTAN MAKANAN



Hidroponik:

- ▶ Menyediakan larutan makanan
- ▶ Memberikan sesuai kebutuhan tanaman
- ▶ Menjaga kepekatan larutan
- ▶ Menjaga derajat keasaman

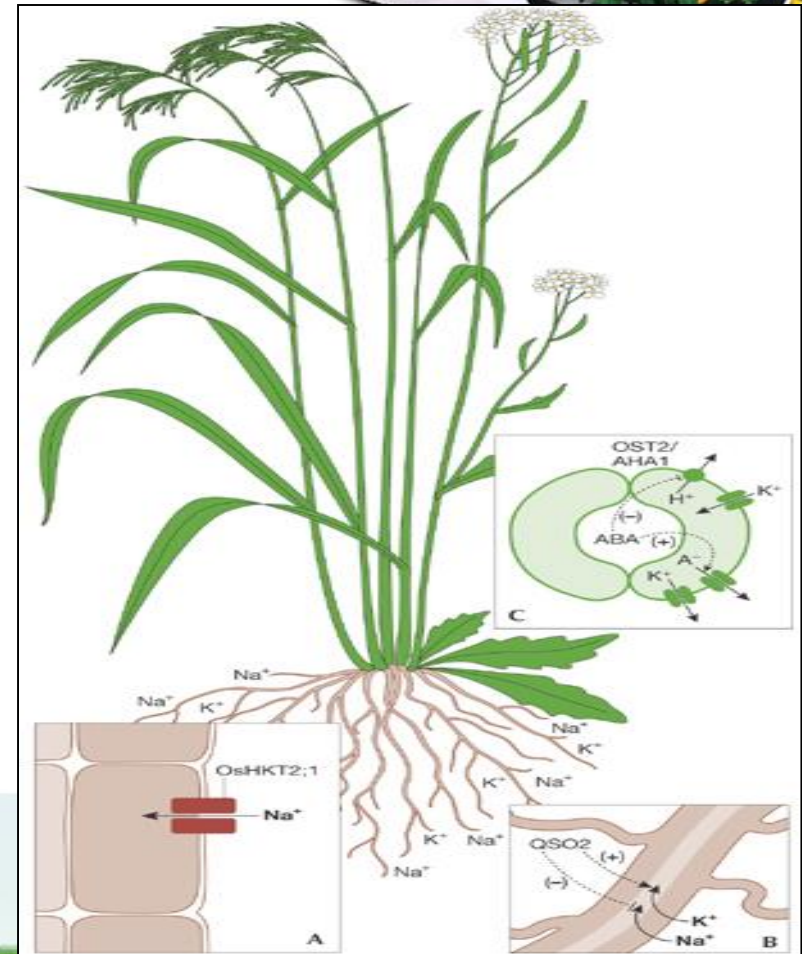


DERAJAT KEASAMAN (pH) LARUTAN NUTRISI

- **Erat kaitannya dengan fase pertumbuhan tanaman**
- **Pada fase vegetatif → penyerapan anion ↑ shg kation dalam larutan ↑ dan pH larutan ↑**
- **Pada fase generatif → penyerapan kation ↑ shg anion dalam larutan ↑ dan pH larutan ↓**
- **Perlunya memasukkan BUFFER**
(Monokalium fosfat atau Monoamonium fosfat)
- **pH sekitar 6.0 → dapat diberikan KH_2PO_4 sebanyak 250 g/1000 l larutan siap pakai**
- **pH sekitar 4.5 -5.0 → dapat diberikan $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$**

Hara

- Kation : K^+ , Na^+ , Ca^{2+} ,
 Mg^{2+} , NH_4^+
- Anoin : NO_3^- , MoO_4^- , Cl^- ,
 SO_4^- , $H_2PO_4^-$



GARAM untuk PENURUNAN pH LARUTAN NUTRISI

- Asam nitrat (HNO_3)
- Asam sulfat (H_2SO_4)
- Asam fosfat (H_3PO_4)
- Asam cuka (CH_3COOH)
- Asam semut (HCOOH)

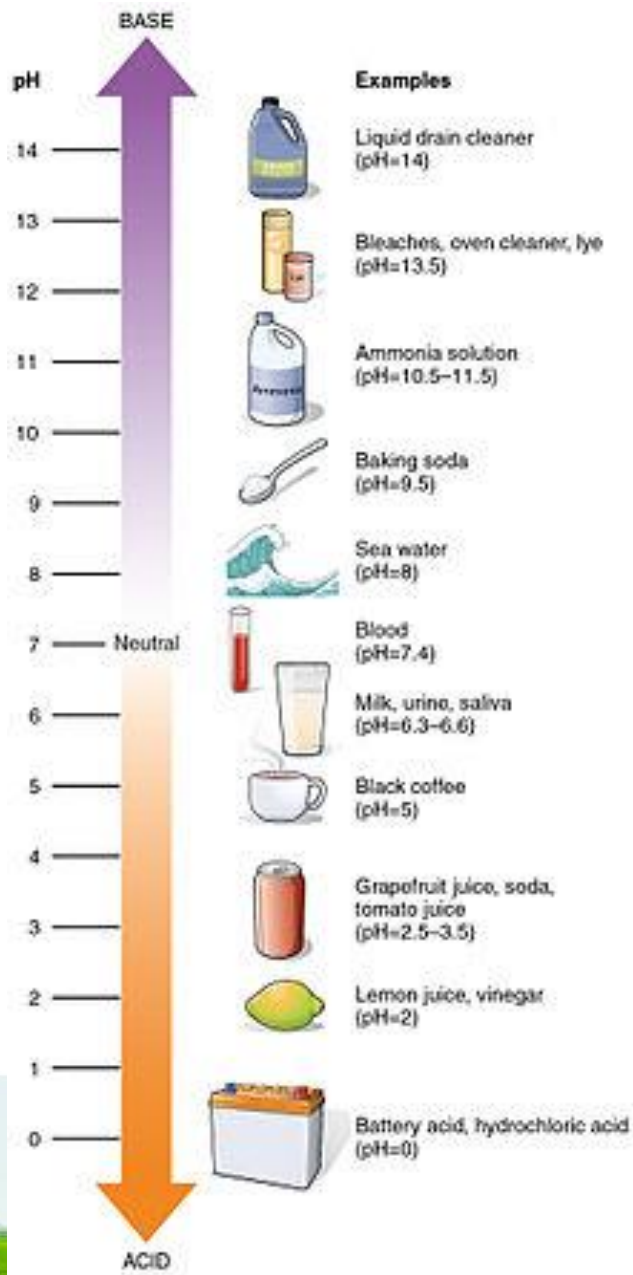
GARAM untuk MENAIKKAN pH LARUTAN NUTRISI

- Kalium hidroksida (KOH)
- Natrium hidroksida (NaOH)
- Kapur tohor (CaO)
- Kapur tembok (CaCO_3)

TABEL 6. KISARAN DERAJAT KEASAMAN BEBERAPA JENIS SAYURAN DAN BUAH TERPILIH

Jenis Sayuran	Kisaran pH
Bawang merah	6,0—7,0
Brokoli	6,0—6,8
Cabai	6,0—6,5
Kacang-kacangan	6,0—6,5
Kapri	6,0—7,0
Mentimun	5,5
Kol bunga	6,5—7,0
Kubis	6,5—7,0
Pakchoy	7,0
Seledri	6,5
Selada	6,5—7,0
Terong	6,0
Tomat	6,0—6,5
Semangka	5,8
Stroberi	6,0





pH

Potential of hydrogen



- pH - ***The Power of Hydrogen***
- The more acidic a solution the greater the hydrogen ion concentration and the lower the pH
- A favorable pH is essential to the functioning of enzymes and other biochemical systems



- Tinggi rendahnya pH air sangat dipengaruhi oleh kandungan mineral lain yang terdapat dalam air.
- Recommended pH range for plants grown in:
- **Hydroponics:** 5.5 – 6.5
Soil: 6.2 – 7.2



What pH is best for growing plants hydroponically?

Answer: The ideal pH range for most hydroponic crops is between 5.5 and 6.5.



How does pH level affect plant growth?

Answer: pH is important because it affects availability and absorption of several of the 16 atomic elements needed for plant growth. Maximum absorption of these elements is found at pH readings 5.5 to 6.5. When pH falls below this range many of the macro elements (N, P, K, etc) have less availability, and absorption of the micro nutrients can reach toxic levels.





How often should I check my pH level?

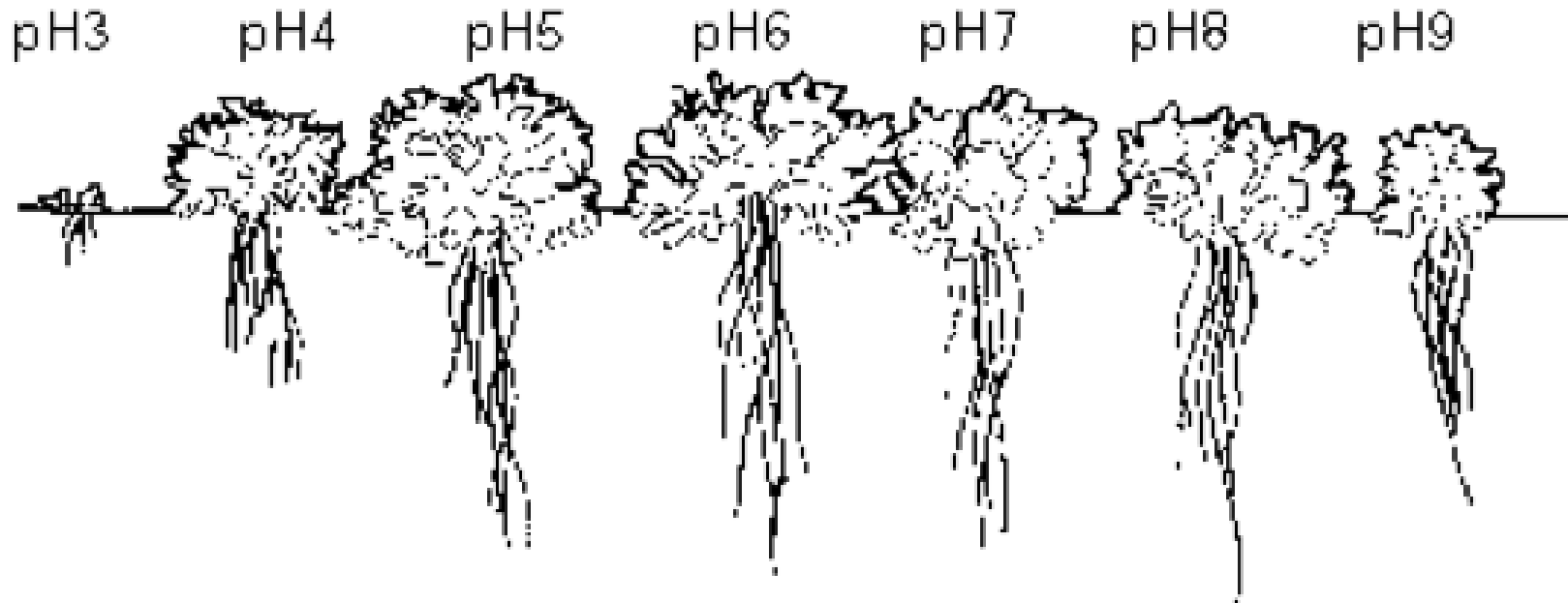
Answer: When first starting out it is a good idea to measure the pH of your water every day, until you get a feel for your system. Measure your water and then add your nutrients. Within an hour check the pH and adjust accordingly. Repeat this process until pH stabilizes. The liquid Flora Series has special pH buffers to help maintain a desirable pH. It is a good idea to note how much water, nutrients and pH modifiers are needed to obtain the desired values. After several "start-ups" you can generally get a feel for how much acid or base to use for your situation. Frequently pH stays within a desirable range for a considerable time, and then rapidly rises or falls to an extreme. This is usually an indication of the need to do a nutrient change. If you are using hard water, pH has the tendency to climb above 7.5. Sometimes this can be neutralized with acid, though one might consider adding a reverse osmosis unit in an extreme case.

The pH in my system drops below 4 every few days after cleaning and refilling. How do I increase the pH and stabilize it?

Answer: The easiest way is to continue adding pH Up. This is generally fine because the additional elements that are added are potassium ions. Potassium is frequently the highest element in hydroponic nutrient solutions. Sometimes pH crashes because of the presence of a large amount of microbial activity in the nutrient solution. This is usually a result of poor maintenance of the system due to infrequent nutrient changes or other stresses. The best way to avoid this scenario is to keep a clean system with adequate nutrition.



***Effect of various pH levels on the growth of lettuce
(from D. I. Arnon and C. M. Johnson at Illinois ACES
University).***





EC (Electrical Conductivity)



EC

- Conductivity is one way to measure of the inorganic materials including calcium, bicarbonate, nitrogen, phosphorus, iron, sulphur and other ions dissolved in a water body.
- It is measured by placing a conductivity probe in the sample and measuring the flow of electricity between the electrodes.

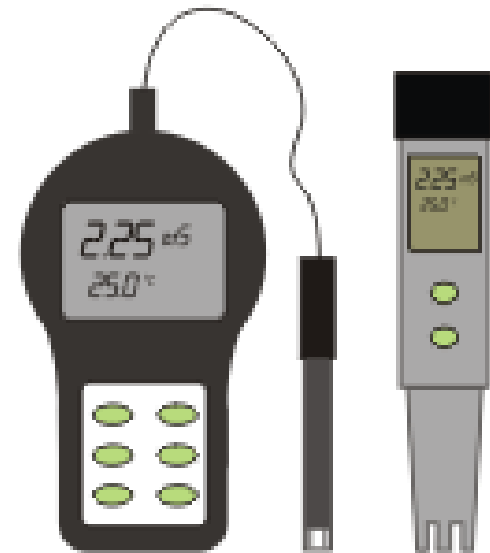


Fig 11.6 Popular styles of conductivity meters: Availability ranges from the more expensive laboratory grade (left), to the cheaper pocket sized (right).

CHGate.com
Fast Trading Marketplace

Conductivity Meter

Range: 0~9990us/cm



Vegetables

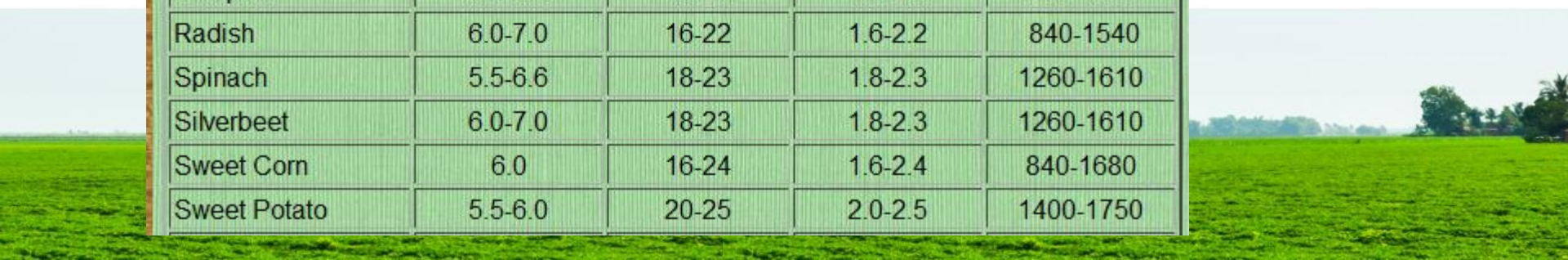
<i>Plants</i>	<i>pH</i>	<i>cF</i>	<i>EC</i>	<i>PPM</i>
Ambra radicchio	5.5-6.5			
Artichoke	6.5-7.5	8-18	0.8-1.8	560-1260
Asparagus	6.0-6.8	14-18	1.4-1.8	980-1260
Bean (Common)	6.0	20-40	2-4	1400-2800
Beans (Italian bush)	6.0-6.5			
Beans (Lima)	6.0-6.5			
Beans (Pole)	6.0-6.5			
Beetroot	6.0-6.5	8-50	0.8-5	1260-3500
Broad Bean	6.0-6.5	18-22	1.8-2.2	1260-1540
Broccoli	6.0-6.5	28-35	2.8-3.5	1960-2450
Brussell Sprout	6.5-7.5	25-30	2.5-3.0	1750-2100
Cabbage	6.5-7.0	25-30	2.5-3.0	1750-2100
Capsicum	6.0-6.5	18-22	1.8-2.2	1260-1540
Carrots	6.3	16-20	1.6-2.0	1120-1400
Cauliflower	6.0-7.0	5-20	0.5-2.0	1050-1400
Celery	6.5	18-24	1.8- 2.4	1260-1680
Collard greens	6.5-7.5			
Cucumber	5.8-6.0	17-25	1.7-2.5	1190-1750
Eggplant	5.5-6.5	25-35	2.5-3.5	1750-2450



Hydroponic plants only (soil grown plants will differ). Electro-Conductivity (EC) or Conductivity Factor (cF) can be expressed as either milliSiemens (mS), cF, or parts per million (PPM)
 $1 \text{ mS} = 10\text{cF} = 700\text{ppm}$.

Vegetables

<i>Plants</i>	<i>pH</i>	<i>cF</i>	<i>EC</i>	<i>PPM</i>
Garlic	6.0	14-18	1.4-1.8	980-1260
Leek	6.5-7.0	14-18	1.4-1.8	980-1260
Lettuce	5.5-6.5	8-12	0.8-1.2	560-840
Marrow	6.0	18-24	1.8-2.4	1260-1680
Okra	6.5	20-24	2.0-2.4	1400-1680
Onions	6.0-6.7	14-18	1.4-1.8	980-1260
Pak-choi	7.0	15-20	1.5-2.0	1050-1400
Parsnip	6.0	14-18	1.4-1.8	980-1260
Pea	6.0-7.0	8-18	0.8-1.8	980-1260
Peas (Sugar)	6.0-6.8			
Pepino	6.0-6.5	20-50	2.0-5.0	1400-3500
Peppers	5.8-6.3	20-30	2.0-3.0	1400-2100
Bell peppers	6.0-6.5	20-25	2.0-2.5	1400-1750
Hot Peppers	6.0-6.5	30-35	3.0-3.5	2100-2450
Potato	5.0-6.0	20-25	2.0-2.5	1400-1750
Pumpkin	5.5-7.5	18-24	1.8-2.4	1260-1680
Radish	6.0-7.0	16-22	1.6-2.2	840-1540
Spinach	5.5-6.6	18-23	1.8-2.3	1260-1610
Silverbeet	6.0-7.0	18-23	1.8-2.3	1260-1610
Sweet Corn	6.0	16-24	1.6-2.4	840-1680
Sweet Potato	5.5-6.0	20-25	2.0-2.5	1400-1750





- The natural conductivity of fresh water varies from very low values ($30\mu\text{S}/\text{cm}$) to very high values ($2000\ \mu\text{S}/\text{cm}$) which is unsuitable for irrigation
- Conductivity measurements are affected by temperature so the water temperature needs to be measured at the same time as conductivity.
- One milli siemen per cm equals 1,000 micro siemens or EC's.



- Konsentrasi penggunaan nutrisi tanaman dapat diukur dengan menggunakan parameter EC (*Electrical Conductivity*).
- EC adalah kemampuan untuk menghantarkan ion-ion listrik yang terkandung di dalam larutan nutrisi ke akar tanaman (Sutiyoso, 2000).
- EC merupakan parameter yang menunjukkan konsentrasi ion-ion yang terlarut dalam larutan nutrisi.
- Semakin banyak ion yang terlarut, maka semakin tinggi EC larutan nutrisi tersebut.
- Hal ini mempengaruhi metabolisme tanaman, yaitu kecepatan fotosintesis tanaman, aktivitas enzim dan potensi penyerapan ion-ion larutan oleh akar tanaman.



- Nilai EC 1 ms.cm^{-1} setara dengan 650 ppm garam hara (Resh, 1998).
- Nilai EC memberikan indikasi mengenai hara yang terkandung pada larutan dan yang diserap oleh akar tanaman.
- Larutan yang kaya hara akan mempunyai konduktivitas listrik yang lebih besar daripada larutan yang miskin hara.
- Nilai EC dari suatu larutan hara tergantung dari konsentrasi ion yang terkandung dalam larutan dan suhu larutan (Morgan, 2000b).



- Tingkatan konsentrasi larutan hara (EC) rendah atau terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Roan, 1998).
- Suhu larutan yang terlampau tinggi juga dapat menyebabkan daya absorpsi akar menurun sehingga penyerapan larutan nutrisi menjadi kurang optimal.





The Electrical Conductivity of Water

The electrical conductivity of water estimates the total amount of solids dissolved in water -TDS, which stands for Total Dissolved Solids. TDS is measured in ppm (parts per million) or in mg/l.

Factors Affecting the Electrical Conductivity of Water

The electrical conductivity of the water depends on the water temperature: the higher the temperature, the higher the electrical conductivity would be. The electrical conductivity of water increases by 2-3% for an increase of 1 degree Celsius of water temperature. Many EC meters nowadays automatically standardize the readings to 25°C.





Units of measurement of the Electrical Conductivity of Water

The commonly used units for measuring electrical conductivity of water are:

$\mu\text{S}/\text{cm}$ (microSiemens/cm)

or

dS/m (deciSiemens/m)

Where: $1000 \mu\text{s}/\text{cm} = 1 \text{ dS}/\text{m}$



Faktor tumbuh esensial:

- ▶ Air
- ▶ Cahaya
- ▶ Nutrisi
- ▶ CO₂



Nutrisi esensial:

➔ mutlak diperlukan tanaman





▶ Zat hara

→ zat yg dapat diserap oleh tanaman dan berfungsi dalam metabolismenya (molekul tidak bermuatan (CO_2 , O_2 , H_2O) maupun yg bermuatan listrik (NO_3^- , K^+)

▶ Unsur hara

→ unsur yang diperlukan untuk hidup tanaman, baik sebagai ion maupun sebagai bagian dari zat hara terdiri atas:

- bukan mineral: C, H, O

- mineral : anion (N, P, S, Cl, B, Mo)

- kation (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu)

Peranan unsur hara



1. Sebagai bagian dr protoplasma & dinding sel
→ **Bbrp unsur mrp bagian penting dr molekul dlm sel (S:protein, P: nukleoprotein & adenosin fosfat; Mg: klorofil)**
2. Mempengaruhi permeabilitas membrane
→ **permeabilitas sitoplasma dipengaruhi adanya anion & kation (unsur bervalensi 2/3 mengurangi permeabilitas)**
3. Pengaruh antagonistik unsur
→ **antagonisme: efek dari satu ion atau garam dlm meniadakan pengaruh ion garan lain (NaCl → + permeabilitas membran sitoplasma thd ion lain)**
4. Sebagai katalisator
→ **Fe, Cu, Zn : bagian dr berbafai sistem enzim**

Klasifikasi unsur



1. Secara kimiawi

1. Unsur essential (Arnon & Stout, 1939)

- A given plant must be unable to complete its life cycle in the absence of the mineral element
- The function of the element must not be replaceable by another mineral element (specific)
- The element must be directly involved in plant metabolism
 - **As a component of an essential plant constituent (such as enzyme)**
 - **It must be required for a distinct metabolic step (such as an enzyme reaction)**

2. Unsur yang berguna

→ Unsur yg dpt memacu pertumbuhan suatu tan di suatu tempat, meskipun pd perlakuan tumbuh yg optimal peranan fisiologisnya tidak terlihat

Na menggantikan K

3. Unsur yang dapat ditiadakan

→ Unsur yg ada atau tidaknya tidak berpengaruh thd pertumbuhan



Pembagian berdasarkan kebutuhan:



1. Makro

→ kandungan besar (persentase yang diperlukan banyak (kg/ha)

Misal: N, P, K, Ca, Mg, S.

2. Mikro

→ kandungan kecil (ppm)
diperlukan sedikit (g/ha)

Misal: Fe, Mn, Zn, Cu, Co, B, Mo, Cl





Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh terhadap tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik
1	2	3	4
Nitrogen	Mendorong pembentukan daun dan pertumbuhan batang	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="966 471 1391 614">1. Kalium nitrat, KNO_3<li data-bbox="966 642 1391 971">2. Kalium nitrat tetrahidrat, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{K}_2\text{O}$	Sumber nitrogen dan sekaligus juga kalium. Mudah larut dalam air, mudah diserap tanaman, dan tahan disimpan.



Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh terhadap tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik
1	2	3	4
Fosfor	Mempengaruhi pertumbuhan bunga dan buah, tetapi juga mendorong pertumbuhan akar yang sehat.	Kalium dihidrogenfosfat, KH_2PO_4	Sumber fosfor dan sekaligus juga sumber kalium. Mudah larut dalam air, mudah diserap tanaman, dan tidak menimbulkan bercak putih pada daun seperti superfosfat, dubbelsuperfosfat, dan tripelsuperfosfat, kalau terpecik ketika disiramkan bersama air penyiram.



Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh terhadap tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik
1	2	3	4
Kalium	Dipakai oleh sel tanaman dalam penyerapan bahan dan tenaga yang dihasilkan oleh fotosintesis hijau daun. Tanpa kalium yang cukup, hasil fotosintesis tidak akan diserap oleh sel tubuh tanaman	Kalium nitrat dan kalium dihidrogenfosfat	-



Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh terhadap tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik
1	2	3	4
Kalsium (kapur)	Mempercepat pertumbuhan akar, dan mempermudah penyerapan kalium oleh tanaman	Kalsium-nitrat tetrahidrat, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	-



Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh terhadap tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik
1	2	3	4
Magnesium	Merupakan bagian dari klorofil daun, yang juga aktif dalam proses distribusi fosfor ke seluruh tubuh tanaman	Magnesium-sulfat heptahidrat (garam Epsom), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Sumber magnesium dan sekaligus juga sumber belerang. Mudah larut dalam air dan mudah diserap tanaman, tahan disimpan.

Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh terhadap tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik
1	2	3	4
Sulfur (belerang)	Bersama dengan fosfor, meningkatkan kemampuan kerja fosfor	1. Magnesium sulfat heptahidrat 2. Mangan sulfat monohidrat, $MnSO_4 \cdot H_2O$	Mudah larut, mudah diperoleh dan mudah lembab, karena mudah menyerap air. Selain sumber belerang juga sumber Mangan. Harus disimpan kering dalam wadah yang rapat



Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh terhadap tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik
1	2	3	4
Ferrum (besi)	Penting dalam proses pembentukan klorofil daun	1. Besi sulfat FeSO_4 2. Besi natrium edentate besi EDTA, atau Ferriemonosodium ethylenediaminetetraacetate $[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COO})_2]_2 \text{FeNa}$	Sumber besi dan sekaligus sumber belerang. Mudah larut dalam air dan tahan disimpan. Sumber besi yang mudah sekali larut, namun tahan disimpan.



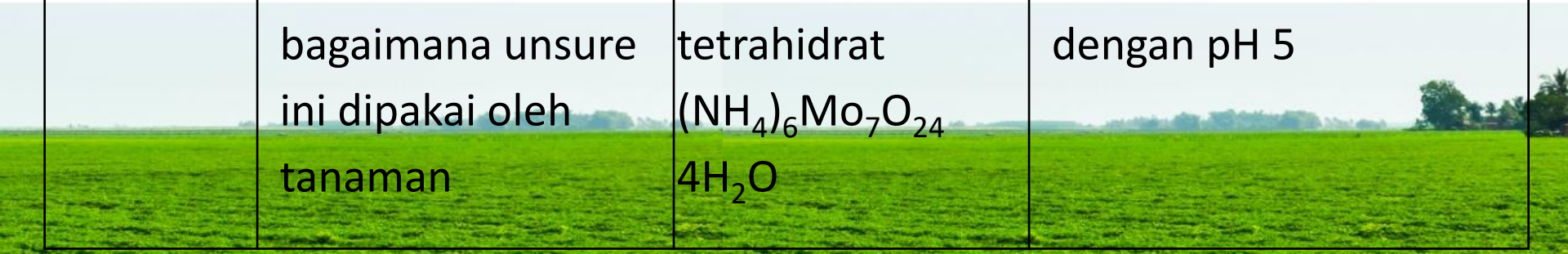
Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh terhadap tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik
1	2	3	4
Mangan	Membantu tanaman dalam penyerapan nitrogen	1. Mangan sulfat monohidrat $MnSO_4 \cdot H_2O$ 2. Mangan klorida $MnCl_2$	Sama sifatnya dengan mangansulfat (lihat pembicaraan tentang belerang) tetapi lebih sukar diperoleh



Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh thd tanaman	Bentuk garam mineral	 <p>Sifat sebagai hidroponik</p>
1	2	3	4
Seng	Mendorong proses perubahan tenaga dalam tubuh tanaman	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seng sulfat monohidrat $ZnSO_4 \cdot H_2O$ 2. Seng sulfat heptahidrat, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 	<p>Mudah larut dalam air, tetapi tidak mudah menggumpal, sehingga cocok dipakai didaerah panas.</p> <p>Mudah menggumpal. Bersifat lebih asam daripada monohidrat, sehingga cocok bagi tanaman yang minta pH rendah</p>

Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh thd tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik 
1	2	3	4
Boron	Meskipun diketahui diperlukan oleh tanaman, (tanpa bor, tanaman hidup merata), tetapi belum diketahui persis, bagaimana unsure ini dipakai. Untung bor terkandung sebagai 'kotoran' dalam garam mineral yang lain	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asam bor, H_3BO 2. Boraks, natrium borat dekahidrat, $Na_3B_4O_7 \cdot 10H_2O$ 	Mudah larut dalam air, dan merupakan sumber bor yang bersifat asam. Sumber bor yang bersifat basa, dengan pH 9

Unsur	Tugas, sifat atau pengaruh thd tanaman	Bentuk garam mineral	Sifat sebagai hidroponik
1	2	3	4
Cuprum (tembaga)	Diperlukan dalam proses pembentukan klorofil daun	Terusi, tembaga sulfat pentahidrat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Mudah sekali larut dalam air. Sumber tembaga dan sumber belerang. Bersifat penumpukan cendawan dan gulma (rumput dan tanaman pengganggu)
Melybdenum	Sama dengan bor, belum diketahui bagaimana unsure ini dipakai oleh tanaman	Ammonium molibden tetrahidrat $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Mudah larut dalam air. Bersuasana asam dengan pH 5



Sumber Larutan makanan



- Larutan yang sudah jadi
→ pupuk cair lengkap
- Meramu sendiri dari bahan-bahan kimia murni
- Meramu sendiri dengan pupuk anorganik
- Meramu sendiri dengan pupuk organik



A. Penggunaan pupuk cair lengkap.

- ⦿ Konsentrasi?
- ⦿ Dosis?



Pupuk cair lengkap

Pupuk cair lengkap



B. Meramu dari bahan-bahan kimia murni



Contoh :

- * Resep Nicholls
- * Resep Cooper I
- * Resep Cooper II
- * dan lain-lain atau
- * Meramu sendiri

Nutrisi bahan kimia





Resep bahan kimia sumber unsur makro, bagi tanaman pot hidroponik (berdasarkan Nicholls)



Resep 1 :

Amonium sulfat, pupuk ZA (Zwavelstur Ammonia)	$(\text{NH}_4)\text{SO}_4$	43 gram
Kalium Nitrat	KNO_3	255 gram
Kalsium Nitrat	CaSO_4	198 gram
Monokalsium fosfat	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	113 gram
Magnesium sulfat, kiserit	MgSO_4	170 gram
Besi sulfat	FeSO_4	Sekuku jari telunjuk

Penggunaan : 10 gr campuran pupuk dilarutkan dalam 4 liter air

Resep bahan kimia sumber unsur makro, bagi tanaman pot hidroponik (berdasarkan Nicholls)



Resep 2 :

Natrium nitrat, pupuk chilisalpeter	NaNO_3	355 gram
Kalium sulfat	K_2SO_4	113 gram
Kalsium fosfat monohidrat; pupuk superfosfat	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{PO}_4)_2 \text{H}_2\text{O}$	142 gram
Mahnesium sulfat, Kiserta	MgSO_4	100 gram
Besi sulfat	FeSO_4	Sekuku jari telunjuk

Penggunaan : 10 gr campuran pupuk dilarutkan dalam 4 liter air

**Resep Nicols ini masih harus ditambah unsur mikro.
Bahan Kimia Penghasil Unsur Mikro (berdasarkan Resep Nicolls)**



Bahan Kimia	Jumlah
Mangan sulfur	1 sendok teh
Asam Bor (serbuk)	1 sendok teh
Seng Sulfat	½ sendok teh
Terusi	½ sendok teh

Penggunaan : ½ sendok teh dilarutkan dalam 1 liter air. Selanjutnya dari larutan ini diambil 20 cc yang diencerkan lagi dengan 10 liter air

Resep Cooper I

Jumlah bahan kimia murni yang ideal untuk 1000 liter air,
(berdasarkan Cooper bagi Nutrien Film Technique)

*Besi natrium etilen-diamin-tetra-asetat



Bahan Kimia	Rumus Kimia	Bobot (gram)
Kalium dihidrogenfosfat	KH_2PO_4	263
Kalium nitrat	KNO_3	583
Kalsium nitrat tetrahidrat	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1003
Magnesium sulfat heptahidrat	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	513
Besi EDTA*	$[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COO})_2]_2$ FeN_2	79
Mangan sulfat monohidrat	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	6,1
Asam bor	H_3BO_3	1,7
Terusi, tembaga sulfat pentahidrat	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,39
Amonium molibdat tetrahidrat	$(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,37
Seng sulfat heptahidrat	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,44

*Besi natrium etilen-diamin-tetra-asetat

- Ramuan dilarutkan segera setelah ditimbang
- Ramuan segera disiramkan ke tanaman



Tidak Praktis



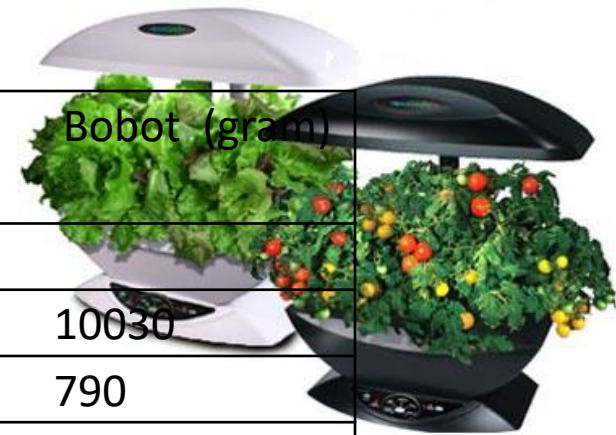
Dibuat larutan pekat Cooper II

Resep Cooper II (larutan Pekat)

➔ Jenis dan jumlah bahan kimia murni untuk membuat larutan persediaan 45 liter (berdasarkan Cooper)



Bahan Kimia	Rumus Kimia	Bobot (gram)
PERSEDIAAN A:		
Kalsium nitrat		10030
Besi - EDTA		790
PERSEDIAAN B:		
Kalium dihidrogenfosfat		2630
Kalium nitrat		5830
Magnesium sulfat heptahidrat		5130
Mangan sulfat monohidrat		61
Asam bor		17
Tembaga sulfat pentahidrat		3,9
Ammonium molibdat tetrahidrat		3,7
Seng sulfat heptahidrat		4,4



- Dibuat ukuran 45 liter agar dapat disimpan pada ember plastik 50 literan
- Dibuat campuran persediaan A dan B, karena zat besi akan mengendap bila dilarutkan langsung dalam larutan senyawa kimia yang lain. Kecuali dilarutkan dalam kalsium nitrat terlebih dahulu baru kemudian dilarutkan dalam bahan lainnya.

Larutan nutrisi tersebut disebut Nutrisi Hidroponik A dan B mix, nutrisi ini sudah populer dikalangan penggiat tanaman hidroponik. Untuk 1 set harga nutrisi hidroponik AB mix (Pupuk A dan Pupuk B) berkisar antara Rp. 80.000 hingga Rp. 120.00 untuk 1000 liter larutan (Harga dapat berubah sewaktu-waktu mengikuti harga pasaran).



Pada stok A terkandung calcium dan pada stok B terdapat kandungan Phosphate serta sulfato



Table 6. Recipe for tomatoes in winter according to crop growth stage (units are ppm).

	Weeks 0-6 Higher N, Ca and Mg for vegetative growth	Weeks 6-12 Lower N, higher K for reproductive growth	Week 12+ Maintain balance of vegetative / reproductive growth
Nitrogen (N)	224	189	189
Phosphorus (P)	47	47	39
Potassium (K)	281	351	341
Calcium (Ca)	212	190	170
Magnesium (Mg)	65	60	48
Iron (Fe)	2.00	2.00	2.00
Manganese (Mn)	0.55	0.55	0.55
Zinc (Zn)	0.33	0.33	0.33
Boron (B)	0.28	0.28	0.28
Copper (Cu)	0.05	0.05	0.05
Molybdenum (Mo)	0.05	0.05	0.05

Source: Sunco, Ltd., and University of Arizona, Controlled Environment Agriculture Center, <http://tinyurl.com/ljjj785/>



C. **Meramu sendiri dengan pupuk anorganik**

Bahan pupuk anorganik seperti :

Sumber Nitrogen:

- Urea
- Za

Sumber Posphat:

- TSP
- SP36

Sumber Kalium:

- ZK
- KCl



Kandungan Unsur dalam Pupuk



- Za : N = 20,5%; S = 23,4%
- Urea : N = 46%
- TSP: P_2O_5 = 46%; Ca = 12%
- SP 36 : P_2O_5 = 36%
- K Cl : K_2O = 60%
- Dolomit: CaO = 30%; MgO = 20%
- Metalik : mikro



- ▶ Sumber unsur mikro digunakan pupuk daun

Perhitungan ramuan:

- ➔ dilakukan dengan pendekatan kebutuhan tanaman dan kandungan bahan pupuk yang digunakan.
- ▶ Pupuk majemuk yang sudah banyak beredar dipasar juga dapat dipakai sebagai ramuan larutan makanan hidroponik.
contoh : Dekastar,



D. Meramu dari bahan organik/ pupuk organik



- Pupuk-pupuk organik seperti kotoran walet, sriti, kelelawar, casting maupun bahan-bahan organik dari limbah tanaman leguminosae sangat dimungkinkan untuk diolah menjadi nutrisi hidroponik.
- Perhitungan didasarkan pada pendekatan kandungan unsur pada bahan dan kebutuhan tanaman.
- untuk itu maka kajian-kajian tentang nutrisi dari bahan organik perlu dilakukan.

DASAR PERHITUNGAN PENYUSUNAN RESEP

- Cooper Menyusun Daftar Kepekatan Unsur
- Kepekatan unsur (dlm ppm) yg ideal dalam larutan makanan



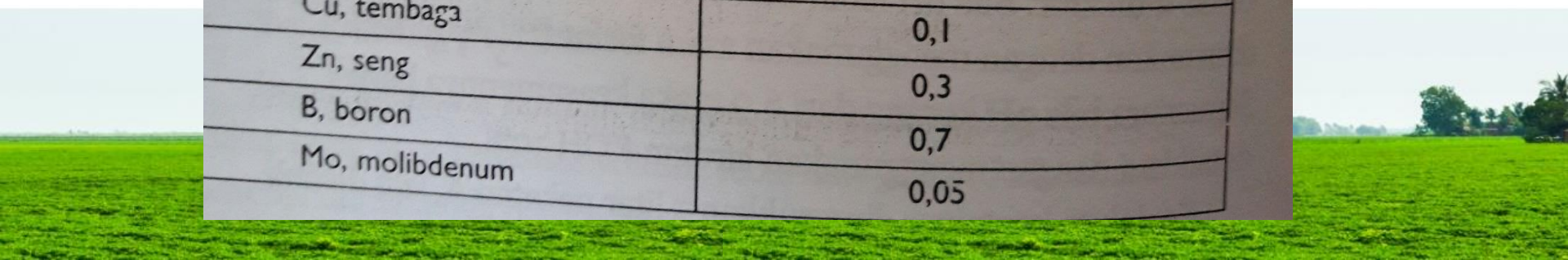
unsur	simbol	Kepekatan
nitrogen	N	200
posphat	P	60
Kalium	K	300
Kalsium	Ca	170
Magnesium	Mg	50
Besi	Fe	12
Mangan	Mn	2
Bor	Bo	0.3
Tembaga	Cu	0.1
Molibden	Mo	0.2
seng	Zn	0.1

TABEL 7. RASIO ANTARHARA UNTUK BERBAGAI GOLONGAN TANAMAN

Jenis Sayuran	N-total (ppm)	NO ₃ /NH ₄	P/N	K/N	Ca/N	Mg/N	S/N
Sayuran daun (bayam, caysim, pakchoy, dsb)	250	6=214/36	0,25=62/250	1,2=300/250	0,7=175/250	0,25=62/250	0,4
Sayuran batang dan daun (kailan dan kangkung)	250	9=225/25	0,3=75/250	1,4=350/250	0,7=175/250	0,25=62/250	0,5
Sayuran buah paprika, dsb-nya) dan buah (melon, semangka, mentimun)	250	12=230/20	0,4=100/250	1,6=400/250	0,8= 200/250	0,3=75/250	0,6
Sayuran bunga (brokoli, kolbunga) dan bunga (krisan, mawar, anyelir)	250	12=230/20	0,4=100/250	1,6=400/250	0,7=175/250	0,3=75/250	0,4
Sayuran umbi (biet, radish, lobak)	250	9=225/25	0,3=75/250	1,4=350/250	0,7=175/250	0,3=75/250	0,6

TABEL 10. KONSENTRASI HARA MAKRO DAN MIKRO DALAM LARUTAN PUPUK SIAP PAKAI UNTUK PRODUKSI SAYURAN DAUN

Unsur Hara	Konsentrasi (ppm)
Hara makro:	
N-NO ₃ ⁻ , nitrat	214
N-NH ₄ ⁺ , N-amonium	36
P, fosfor	62
K, kalium	300
Ca, kalsium	175
Mg, magnesium	62
S, sulfur	110
Hara mikro:	
Fe, besi	5
Mn, mangan	2
Cu, tembaga	0,1
Zn, seng	0,3
B, boron	0,7
Mo, molibdenum	0,05



1. Contoh soal



Berapa kebutuhan KH_2PO_4 untuk membuat larutan posphat 60 ppm?

Cara menghitung:

Bobot atom K = 39; H = 1; P=31; dan O=16

Mr KH_2PO_4 adalah:

$$39+(2 \times 1)+31+(4 \times 16) = 136.$$

Artinya dalam 136 g KH_2PO_4 ada 31 g P



$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan } \text{KH}_2\text{PO}_4 &= 60 \text{ ppm} \times (136/31) \\ &= 263.22 \text{ ppm} \\ &= 263.22 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Jadi kebutuhan apabila dibuat larutan 1 L
adalah 263.33 mg KH_2PO_4



2. Soal Berikutnya



Bahan KH_2PO_4 tidak hanya mengandung posphat saja tetapi juga mengandung Kalium (K). Berapa konsentrasi K?

Jawab:

- Bobot molekul $\text{KH}_2\text{PO}_4 = 136$; sedangkan bobot atom Kalium adalah 39
- $\text{K} = (39/136) \times 263.22 \text{ mg/L}$
 $= 75.48 \text{ mg/L}$
 $= 75.48 \text{ ppm}$

3. Soal Berikutnya

Tetapi oleh tanaman kepekatan K yang dibutuhkan adalah 300 ppm, oleh sebab itu masih dibutuhkan Kalium dengan kepekatan 225 ppm. Berapa penambahannya dan dengan apa?



Jawab:

Tanpa tercampur unsur fosfor. Ini dapat disusun dengan menambahkan KNO_3

$$\text{Mr KNO}_3 = 101$$

$$\text{Ar K} = 39$$



Penambahannya $= 225 \text{ ppm} \times (101/39)$
 $= 582.69 \text{ ppm}$
 $= 582.69 \text{ mg/L}$

Penambahannya bila dibuat larutan 1 L adalah 582.69 mg.

Pada KNO_3 mengandung Nitrogen, maka kepekatan nitrogen harus diperhitungkan seperti perhitungan-perhitungan diatas.



Bobot atom beberapa unsur kimia yang sering kita hadapi dalam Hidroponik



Unsur	Simbol	Bobot Atom
Belerang	S	32
Bor	Bo	11
Besi	Fe	56
Fosfor	P	31
Hidrogen	H	1
Kalium	K	39
Kalsium	Ca	40
Karbon	C	12
Khlor	Cl	35
Kobalt	Co	59
Magnesium	Mg	55
Mangan	Mn	
Molibden	Mo	96
Natrium	Na	23
Nitrogen	N	14
Oksigen	O	16
Seng	Zn	65
Tembaga	Cu	64

Contoh masalah



- Berapa kebutuhan Urea untuk membuat larutan N 120 ppm?
- Berapa kebutuhan SP-36 untuk membuat larutan P 75 ppm?
- Berapa kebutuhan KCl untuk membuat larutan K 60 ppm.



Berapa kebutuhan Urea untuk membuat larutan N 120 ppm?

Diketahui :

- Urea (45% N)



Dijawab:

Kebutuhan Urea untuk 120 ppm N adalah

$$120 \text{ ppm} \times (100/45) = 266.67 \text{ ppm urea}$$

$$= 266.67 \text{ mg/L urea}$$

Jadi bila larutan 1 L, urea yang dibutuhkan adalah
266.67 mg.



Berapa kebutuhan SP-36 untuk membuat larutan P 75 ppm?



Diketahui :

- SP-36 = 36 % P_2O_5
- Mr P_2O_5 = 142 (P=31, O=16)
- Ar P = 62

Dijawab:

- Kadar P_2O_5 = 75 ppm x (142/62) = 171.77 ppm
- Kadar SP-36 = 171.77 ppm x (100/36)
= 477.14 ppm
= 477.14 mg/L

Berapa kebutuhan KCl untuk membuat larutan K 60 ppm?



Diketahui:

- KCl = 50% K₂O
- Mr K₂O = 94
- Mr K₂ = 78

Dijawab :

- kadar K₂O = 60 ppm x (94/78) = 72.3 ppm
- Kadar KCl = 72.3 ppm x (100/50) = 144.6 ppm
= 144.6 mg/L



Contoh soal



Ani hendak membuat larutan Ca 200 ppm sebanyak 3 liter dari bahan kalsium nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2/4\text{H}_2\text{O}$)

Berapa kalsium nitrat yang dibutuhkan?

Jawab:

Diketahui:

Kadar Ca dalam kalsium nitrat = 19%

Jawab



- Kebutuhan kalsium nitrat
= $200 \text{ ppm} \times (100/19)$
= $1.052.6 \text{ ppm}$
= $1.052.6 \text{ mg/L}$
- Untuk membuat larutan 3 liter dibutuhkan
= $3 \text{ L} \times 1.052.6 \text{ mg/L}$
= $3.157.8 \text{ mg}$
= $3,157 \text{ gram}$



TERIMA KASIH

