

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Padi

Padi termasuk genus *Oryza* yang meliputi lebih kurang 25 spesies, tersebar didaerah tropik dan daerah subtropik seperti Asia, Afrika, Amerika, dan Australia. Menurut Chevalier dan Neguier padi berasal dari dua benua *Oryza fatua* Koenig dan *Oryza sativa* L. berasal dari benua Asia, sedangkan jenis padi lainnya yaitu *Oryza stapfii* Roschev dan *Oryza glaberima* Steud berasal dari Afrika barat.

Tanaman padi merupakan tanaman semusim yang termasuk golongan rumput-rumputan. Tanaman padi dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan ke dalam divisio *Spermatophyta*, sub divisio *Angiospermae*, termasuk ke dalam kelas *Monocotyledoneae*, ordo *Poales*, famili *Graminae*, genus *Oryza* Linn, dan spesiesnya adalah *Oryza sativa* L. Spesies *Oryza sativa* dapat dibedakan dalam dua tipe, yaitu padi kering yang tumbuh di lahan kering dan padi sawah yang memerlukan air menggenang dalam pertumbuhan dan perkembangannya (Soemartono dkk., 1980).

Terdapat tiga subspecies padi di dunia, yaitu *indica*, *japonica* dan *javanica*. *Indica* berhari pendek dan tumbuh terutama di wilayah tropik hangat dan lembab, *japonica* umumnya berhari netral akan tetapi beberapa kultivarnya berhari pendek dan tumbuh di luar wilayah tropis, subspecies *javanica* berhari netral dan tumbuh

di wilayah iklim ekuator di Indonesia (Mugnisjah dan Asep Setiawan, 2004).

Japonica umumnya berumur panjang, postur tinggi namun mudah rebah, paleanya memiliki bulu (*awn*), bijinya cenderung panjang. *Indica* berumur lebih pendek, postur lebih kecil, paleanya tidak berbulu atau hanya pendek saja, dan biji cenderung oval, *japonica* memiliki sifat diantara keduanya (Wikipedia, 2010).

2.2 Pupuk Organik Petroganik

Pupuk Petroganik di produksi dengan menggunakan bahan baku yang terdiri dari pupuk kandang (kotoran sapi, kambing, unggas dll), limbah industri (limbah pabrik gula), dan limbah kota (sampah rumah tangga).

Pupuk organik Petroganik mempunyai spesifikasi yaitu, mempunyai kadar C-Organik 12,5%, C/N rasio 10–25%, pH 4–8, dan kadar air 4–12 %. Aturan ini telah sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian tentang persyaratan teknis Pupuk Organik No: 02/pert/HK.060/2/2006 tanggal 10 Februari 2006.

Petroganik adalah pupuk organik yang dapat digunakan untuk mengemburkan dan menyuburkan tanah, meningkatkan daya simpan dan daya serap air, memperkaya hara makro dan mikro, dan sesuai untuk semua jenis tanah dan jenis tanaman. Selain itu keunggulan dari pupuk petroganik ialah kandungan kadar C- organik yang tinggi, berbentuk granule sehingga mudah dalam aplikasi, aman, dan ramah lingkungan (bebas mikroba patogen), bebas dari biji-bijian gulma, kadar air rendah sehingga lebih efisien dalam pengangkutan dan penyimpanan, dikemas dalam kantong kedap

Beberapa dosis yang di anjurkan untuk jenis tanaman adalah sebagai berikut:

1. Padi dan palawija : 500–1000 kg/ha
2. Hortikultura : 2000 kg/ha
3. Tanaman keras : 3 kg/pohon
4. Tambak : 300–500 kg/ha

Penggunaan pupuk Petroganik seluruhnya pada pemupukan dasar, sedangkan untuk tanaman keras diberikan pada awal dan akhir musim hujan (PT. PetroKimia Gresik, 2002).

2.3 Pupuk Mikro Plant Catalyst

Plant Catalyst 2006 adalah pupuk pelengkap yang mengandung unsur hara lengkap (makro dan mikro) yang dibutuhkan tanaman agar tumbuh sehat.

Manfaat dan kegunaan pupuk mikro Plant Catalyst:

1. Pupuk ini merupakan katalisator dan berperan dalam mengefektifkan serta mengoptimalkan tanaman dalam menyerap pupuk-pupuk utama dari dalam tanah dan dari pupuk dasar (urea, SP-36, KCl, ZA, pupuk kandang).
2. Tanaman lebih sehat dan lebih tahan terhadap serangan hama penyakit.
3. Meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil tanaman (jumlah anakan, produksi, rendeman/kualitas).
4. Ramah lingkungan (bio-degradable) dan hasil tanaman bebas dari unsur-unsur logam berat yang bersifat karsinogenik.

Komposisi unsur plant catalyst adalah nitrogen 0,23%, phosphate 12,70%, kalium 0,88%, kalsium <0,05 ppm, magnesium 25,92 ppm, sulphur 0,02%, ferum 36,45 ppm, mangan 2,37 ppm, chlor 0,11%, copper <0,03 ppm, zinc 11,15 ppm, boron 0,25%, molibdenum 35,37 ppm, carbon 6,47%, kobalt 9,59 ppm, natrium 27,42%, Alumunium <0,4 ppm, (CNI, 2011).

2.4 Peran Unsur Hara terhadap Pertumbuhan

Unsur hara makro

1. Nitrogen

Nitrogen berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan dan merupakan bagian dari sel (organ) tanaman itu sendiri serta berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman, merangsang pertumbuhan vegetatif (warna hijau) seperti daun. Tanaman yang kekurangan unsur N akan mengalami gejala pertumbuhan yang lambat/kerdil, daun hijau kekuningan, daun sempit, pendek dan tegak, daun-daun tua cepat menguning dan mati.

2. Phospat (P)

Phospat berfungsi untuk pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman, merangsang pembungaan dan pembuahan, merangsang pertumbuhan akar, merangsang pembentukan biji, merangsang pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel. Tanaman yang kekurangan unsur P akan menimbulkan gejala pembentukan buah/dan biji berkurang, kerdil, daun berwarna keunguan atau kemerahan (kurang sehat).

3. Kalium (K)

Kalium berfungsi dalam proses fotosintesa, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineral termasuk air, meningkatkan daya tahan/kekebalan tanaman terhadap penyakit. Tanaman yang kekurangan unsur K akan menimbulkan gejala batang dan daun menjadi lemas/rebah, daun berwarna hijau gelap kebiruan tidak hijau segar dan sehat, ujung daun menguning dan kering, timbul bercak coklat pada pucuk daun.

Unsur hara mikro

1. Besi (Fe)

Besi (Fe) merupakan unsur mikro yang diserap dalam bentuk ion feri (Fe^{3+}) ataupun fero (Fe^{2+}). Fe dapat diserap dalam bentuk khelat (ikatan logam dengan bahan organik). Mineral Fe antara lain olivin ($\text{Mg, Fe}_2\text{SiO}$), pirit, siderit (FeCO_3), gutit (FeOOH), magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3) dan ilmenit (FeTiO_3). Besi dapat juga diserap dalam bentuk khelat, sehingga pupuk Fe dibuat dalam bentuk khelat. Khelat Fe yang biasa digunakan adalah Fe-EDTA, Fe-DTPA dan khelat yang lain. Fe dalam tanaman sekitar 80% yang terdapat dalam kloroplas atau sitoplasma. Penyerapan Fe lewat daun dianggap lebih cepat dibandingkan dengan penyerapan lewat akar, terutama pada tanaman yang mengalami defisiensi Fe.

Fungsi Fe dalam tumbuhan antara lain sebagai penyusun klorofil, protein, enzim, dan berperan dalam perkembangan kloroplas. Sitokrom merupakan enzim yang mengandung Fe porfirin. Fungsi lain Fe ialah sebagai pelaksana pemindahan electron dalam proses metabolisme. Proses tersebut misalnya reduksi N_2 ,

reduktase sulfat, reduktase nitrat. Kekurangan Fe menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil dan akhirnya juga penyusunan protein menjadi tidak sempurna. Defisiensi Fe menyebabkan kenaikan kadar asam amino pada daun dan penurunan jumlah ribosom secara drastic. Penurunan kadar pigmen dan protein dapat disebabkan oleh kekurangan Fe. Juga akan mengakibatkan pengurangan aktivitas semua enzim.

2. Mangaan (Mn)

Mangaan diserap dalam bentuk ion Mn^{++} . Seperti hara mikro lainnya, Mn dianggap dapat diserap dalam bentuk kompleks khelat dan pemupukan Mn sering disemprotkan lewat daun. Mangaan dalam tanaman tidak dapat bergerak atau beralih tempat dari logam yang satu ke organ lain yang membutuhkan. Mangaan terdapat dalam tanah berbentuk senyawa oksida, karbonat dan silikat dengan nama pyrolusit (MnO_2), manganit ($MnO(OH)$), rhodochrosit ($MnCO_3$) dan rhodinit ($MnSiO_3$). Mn umumnya terdapat dalam batuan primer, terutama dalam bahan ferro magnesium. Mn dilepaskan dari batuan karena proses pelapukan batuan. Hasil pelapukan batuan adalah mineral sekunder terutama pyrolusit (MnO_2) dan manganit ($MnO(OH)$). Kadar Mn dalam tanah berkisar antara 300 sampai 2000 ppm. Bentuk Mn dapat berupa kation Mn^{++} atau mangan oksida, baik bervalensi dua maupun valensi empat. Penggenangan dan pengeringan yang berarti reduksi dan oksidasi pada tanah berpengaruh terhadap valensi Mn. Mn merupakan penyusun ribosom dan juga mengaktifkan polimerase, sintesis protein, karbohidrat. Mangaan berperan sebagai activator bagi sejumlah enzim utama dalam siklus krebs, dibutuhkan untuk fungsi fotosintetik yang normal dalam

kloroplas, ada indikasi dibutuhkan dalam sintesis klorofil. Defisiensi unsur Mn pada tanaman sereal menyebabkan daun bercak-bercak warna keabu-abuan sampai kecoklatan dan garis-garis pada bagian tengah dan pangkal daun muda.

3. Seng (Zn)

Seng diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Zn^{++} dan dalam tanah alkalis mungkin diserap dalam bentuk monovalen $Zn(OH)^+$. Di samping itu, Zn diserap dalam bentuk kompleks khelat, misalnya Zn-EDTA. Seperti unsur mikro lain, Zn dapat diserap lewat daun. Kadar Zn dalam tanah berkisar antara 16-300 ppm, sedangkan kadar Zn dalam tanaman berkisar antara 20-70 ppm. Mineral Zn yang ada dalam tanah antara lain sulfida (ZnS), spalerit [$(ZnFe)S$], smithzonte ($ZnCO_3$), zinkit (ZnO), wellemite ($ZnSiO_3$ dan $ZnSiO_4$). Fungsi Zn antara lain untuk mengaktifkan enzim anolase, aldolase, asam oksalat dekarboksilase, lesitimase, sistein desulfhidrase, histidin deaminase, super oksida demutase (SOD), dehidrogenase, karbon anhidrase, proteinase dan peptidase. Juga berperan dalam biosintesis auxin, pemanjangan sel dan ruas batang.

Ketersediaan Zn menurun dengan naiknya pH, pengapuran yang berlebihan sering menyebabkan ketersediaan Zn menurun. Tanah yang mempunyai pH tinggi sering menunjukkan adanya gejala defisiensi Zn, terutama pada tanah berkapur. Adapun gejala defisiensi Zn menyebabkan tanaman kerdil, ruas-ruas batang memendek, daun mengecil dan mengumpul (resetting) dan klorosis pada daun-daun muda dan intermedier serta adanya nekrosis.

4. Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) diserap dalam bentuk ion Cu^{++} dan mungkin dapat diserap dalam bentuk senyawa kompleks organik, misalnya Cu-EDTA (Cu-ethilen diamine tetra acetate acid) dan Cu-DTPA (Cu diethilen triamine penta acetate acid). Dalam getah tanaman baik dalam xylem maupun floem hampir semua Cu membentuk kompleks senyawa dengan asam amino. Cu dalam akar tanaman dan dalam xylem > 99% dalam bentuk kompleks.

Dalam tanah, Cu berbentuk senyawa dengan S, O, CO_3 dan SiO_4 misalnya kalkosit (Cu_2S), kovelit (CuS), kalkopirit (CuFeS_2), borinit (Cu_5FeS_4), luvigit (Cu_3AsS_4), tetrahidrit [$(\text{Cu,Fe})_{12}\text{SO}_4\text{S}_3$], kufirit (Cu_2O), sinorit (CuO), malasit [$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$], adirit [$(\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3))$], brosanit [$\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4$].

Kebanyakan Cu terdapat dalam kloroplas (>50%) dan diikat oleh plastosianin. Senyawa ini mempunyai berat molekul sekitar 10.000 dan masing-masing molekul mengandung satu atom Cu. Hara mikro Cu berpengaruh pada klorofil, karotenoid, plastokuinon dan plastosianin.

Fungsi dan peranan Cu antara lain untuk mengaktifkan enzim sitokrom-oksidadase, askorbit-oksidadase, asam butirrat-fenolase dan laktase. Berperan dalam metabolisme protein dan karbohidrat, berperan terhadap perkembangan tanaman generatif, berperan terhadap fiksasi N secara simbiotis dan penyusunan lignin. Adapun gejala defisiensi / kekurangan Cu menyebabkan pembungaan dan pembuahan terganggu, warna daun muda kuning dan kerdil, daun-daun lemah, layu dan pucuk mengering serta batang dan tangkai daun lemah.

5. Molibden (Mo)

Molibdenum diserap dalam bentuk ion MoO_4^- . Variasi antara titik kritik dengan toksis relatif besar. Bila kadar Mo pada tanaman terlalu tinggi, selain toksis bagi tanaman juga berbahaya bagi hewan yang memakannya. Hal ini agak berbeda dengan sifat hara mikro yang lain. Pada daun kapas, kadar Mo sering sekitar 1500 ppm. Umumnya tanah mineral cukup mengandung Mo. Mineral lempung yang terdapat di dalam tanah antara lain molibderit (MoS), powellit $(\text{CaMo})_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Molibdenum (Mo) dalam larutan sebagai kation ataupun anion. Pada tanah gambut atau tanah organik sering terlihat adanya gejala defisiensi Mo. Walaupun demikian dengan senyawa organik Mo membentuk senyawa khelat yang melindungi Mo dari pencucian air. Tanah yang disawahkan menyebabkan kenaikan ketersediaan Mo dalam tanah. Hal ini disebabkan karena dilepaskannya Mo dari ikatan Fe (III) oksida menjadi Fe (II) oksida hidrat.

Fungsi Mo dalam tanaman adalah mengaktifkan enzim nitrogenase, nitrat reduktase dan xantine oksidase. Gejala yang timbul karena kekurangan Mo hampir menyerupai kekurangan N. Kekurangan Mo dapat menghambat pertumbuhan tanaman, daun menjadi pucat dan mati dan pembentukan bunga terlambat. Gejala defisiensi Mo dimulai dari daun tengah dan daun bawah, daun menjadi kering kelayuan, tepi daun menggulung dan daun umumnya sempit. Bila defisiensi berat, maka lamina hanya terbentuk sedikit sehingga kelihatan tulang-tulang daun lebih dominan.

6. Boron (B)

Boron dalam tanah terutama sebagai asam borat (H_2BO_3) dan kadarnya berkisar antara 7—80 ppm. Boron dalam tanah umumnya berupa ion borat hidrat $\text{B}(\text{OH})_4^-$. Boron yang tersedia untuk tanaman hanya sekitar 5% dari kadar total boron dalam tanah. Boron ditransportasikan dari larutan tanah ke akar tanaman melalui proses aliran masa dan difusi. Selain itu, boron sering terdapat dalam bentuk senyawa organik. Boron juga banyak terperap dalam kisi mineral lempung melalui proses substitusi isomorfik dengan Al^{3+} dan atau Si^{4+} . Mineral dalam tanah yang mengandung boron antara lain turmalin ($\text{H}_2\text{MgNaAl}_3(\text{BO})_2\text{Si}_4\text{O}_2$) O_{20} yang mengandung 3%-4% boron. Mineral tersebut terbentuk dari batuan asam dan sedimen yang telah mengalami metamorfosis. Mineral lain yang mengandung boron adalah kernit ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), kolamit ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), uleksit ($\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) dan aksinat. Boron diikat kuat oleh mineral tanah, terutama seskuioksida ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$).

Fungsi boron dalam tanaman antara lain berperan dalam metabolisme asam nukleat, karbohidrat, protein, fenol dan auksin. Di samping itu boron juga berperan dalam pembelahan, pemanjangan dan diferensiasi sel, permeabilitas membran, dan perkecambahan serbuk sari. Gejala defisiensi hara mikro ini antara lain dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat pada jaringan meristematik (pucuk akar), mati pucuk (die back), mobilitas rendah, buah yang sedang berkembang sangat rentan, mudah terserang penyakit.

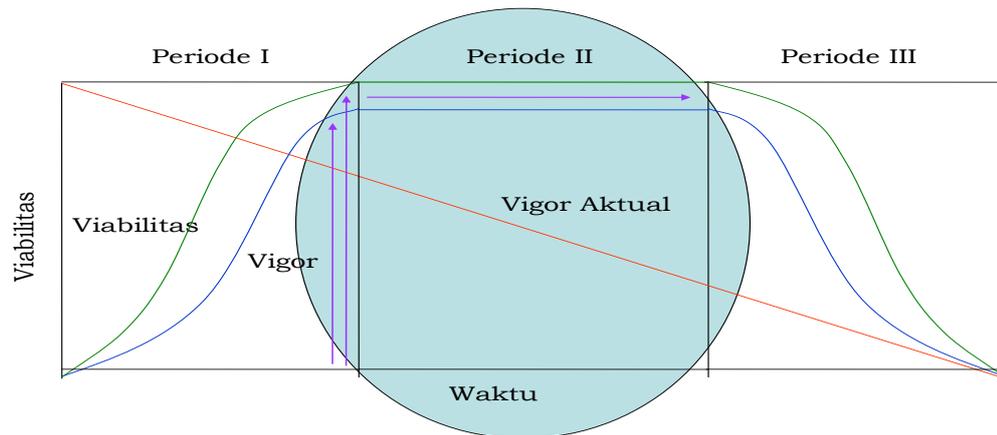
7. Klor (Cl)

Klor merupakan unsur yang diserap dalam bentuk ion Cl^- oleh akar tanaman dan dapat diserap pula berupa gas atau larutan oleh bagian atas tanaman, misalnya daun. Kadar Cl dalam tanaman sekitar 2000-20.000 ppm berat tanaman kering. Kadar Cl yang terbaik pada tanaman adalah antara 340-1200 ppm dan dianggap masih dalam kisaran hara mikro. Klor dalam tanah tidak diikat oleh mineral, sehingga sangat mobil dan mudah tercuci oleh air drainase. Sumber Cl sering berasal dari air hujan, oleh karena itu, hara Cl kebanyakan bukan menimbulkan defisiensi, tetapi justru menimbulkan masalah keracunan tanaman.

Klor berfungsi sebagai pemindah hara tanaman, meningkatkan osmose sel, mencegah kehilangan air yang tidak seimbang, memperbaiki penyerapan ion lain, untuk tanaman kelapa dan kelapa sawit dianggap hara makro yang penting. Juga berperan dalam fotosistem II dari proses fotosintesis, khususnya dalam evolusi oksigen. Adapun defisiensi klor dapat menyebabkan pola percabangan akar abnormal, gejala wilting (daun lemah dan layu), warna keemasan (bronzing) pada daun, pada tanaman kol daun berbentuk mangkuk. (Ardi, 2009).

2.5 Viabilitas Benih

Konsepsi Steinbeur-Sadjad adalah suatu konsep yang menerangkan hubungan viabilitas benih dengan periode hidup benih (Gambar 1). Viabilitas benih yaitu daya hidup benih yang ditunjukkan dalam fenomena pertumbuhan benih atau gejala metabolismenya.



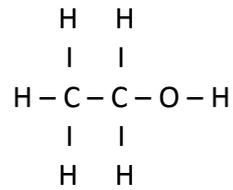
Gambar 1. Konsep Periodisasi Viabilitas Benih Steinbauer-Sadjad

Viabilitas benih terdiri dari dua komponen, yaitu viabilitas potensial dan vigor benih (Sadjad, 1993). Viabilitas potensial adalah kemampuan benih untuk menumbuhkan tanaman normal yang dapat berproduksi normal pada kondisi lingkungan yang optimum, sedangkan kemampuan benih tumbuh dan menjadi normal pada kondisi yang suboptimum, atau mampu disimpan dalam kondisi simpan yang suboptimum dan daya tahan disimpan dalam kondisi optimum merupakan vigor benih.

2.6 Sifat Fisik dan Kima Etanol

Etanol, disebut juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol saja, adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH



C_2H_5OH (etil alkohol)

Etanol adalah pelarut yang serbaguna, larut dalam air dan pelarut organik lainnya.

Etanol dapat larut dalam air karena adanya ikatan hidrogen antara gugus OH dari alkohol dan gugus OH dalam air. Banyaknya gugus OH akan mempengaruhi tingkat hidrofilik dan kelarutan alkohol dalam air, semakin banyak semakin tinggi kelarutan dalam air (Fessenden, 1990).

Sifat-sifat fisika etanol utamanya dipengaruhi oleh keberadaan gugus hidroksil dan pendeknya rantai karbon etanol. Gugus hidroksil dapat berpartisipasi ke dalam ikatan hidrogen, sehingga membuatnya cair dan lebih sulit menguap dari pada senyawa organik lainnya dengan massa molekul yang sama.