

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Padi termasuk genus *Oryza L* yang meliputi lebih kurang 25 spesies, tersebar di daerah tropik dan daerah sub tropik 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 lainya yaitu *Oryza stapfii Roschev* dan *Oryza glaberima Steund* berasal dari Afrika barat (Ismon, 2006:2).

Padi merupakan penghasil beras yang merupakan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Meskipun padi dapat digantikan oleh makanan lainnya, namun padi memiliki nilai tersendiri bagi orang yang biasa makan nasi dan tidak dapat dengan mudah digantikan oleh bahan makanan yang lain. Padi adalah salah satu bahan makanan yang mengandung gizi dan penguat yang cukup bagi tubuh manusia, sebab didalamnya terkandung bahan yang mudah diubah menjadi energi. Oleh karena itu padi disebut juga makanan energi.

Menurut Papanek (2000) dalam Ismon (2006:3) nilai gizi yang diperlukan oleh setiap orang dewasa adalah 1821 kalori yang apabila disetarakan dengan beras maka setiap hari diperlukan beras sebanyak 0,88 kg. Beras mengandung berbagai zat makanan antara lain: karbohidrat, protein, lemak, serat kasar, abu dan vitamin. Disamping itu beras mengandung

beberapa unsur mineral antara lain: kalsium, magnesium, sodium, posphor dan lain sebagainya.

Lahan sawah di Indonesia berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2002 luasnya mencapai 7,75 juta ha (tidak termasuk Papua dan Maluku). Luas lahan sawah di Kalimantan mencapai satu juta hektar, dan untuk Kalimantan Barat 0,30 juta ha. Berdasarkan status pengairannya ternyata lahan sawah dominan di Kalimantan adalah sawah tadah hujan dan sawah pasang surut, yakni masing-masing 0,34 juta ha dan 0,32 juta ha, sedang di Kalimantan Barat status pengairannya adalah sawah tadah hujan.

Di Indonesia tanah Entisol banyak diusahakan untuk areal persawahan baik sawah teknis maupun tadah hujan pada daerah dataran rendah. Tanah ini mempunyai konsistensi lepas-lepas, tingkat agregasi rendah, peka terhadap erosi dan kandungan hara tersediaan rendah (Tan, 1986).

Kecamatan Sungai Kakap memiliki luas lahan pasang surut 23.364 Ha. Tanaman yang mendominasi di daerah ini adalah tanaman padi sawah dan kelapa. Tanah yang mendominasi daerah ini adalah Entisol. Jenis tanah ini berasal dari endapan lumpur dan banyak mengandung pirit. Dalam keadaan yang berlebihan pirit merupakan racun bagi tanaman terutama dalam keadaan teroksidasi sehingga produksi menjadi rendah (Dinas Pertanian Cabang Dinas Sungai Kakap, 2002).

Penggenangan tanah mempunyai pengaruh yang besar terhadap ketersediaan hara tanaman dan pada pertumbuhan serta hasil tanaman padi (*Oryza sativa L.*), yang merupakan tanaman yang paling banyak ditanam pada

kondisi tanah tergenang. Setelah penggenangan, ketersediaan sejumlah hara untuk tanaman meningkat, sementara yang lain mengalami pengaruh yang lebih besar dari penyematan atau kehilangan dari tanah sebagai akibat penggenangan (Engelstad, 1997:297).

Ketinggian air genangan akan mempengaruhi difusi oksigen untuk mencapai permukaan tanah. Semakin tinggi air genangan semakin sukar oksigen mencapai permukaan tanah sehingga terjadi proses – proses oksidasi-reduksi yang dipicu oleh berkurangnya oksigen yang mengakibatkan perubahan ketersediaan hara tanaman termasuk unsur hara mikro. Hal ini sesuai dengan pendapat Patrick (1985:17). bahwa perubahan ketersediaan hara tanaman yang diakibatkan oleh penggenangan terutama disebabkan oleh proses-proses oksidasi-reduksi biologi yang dipicu oleh hilangnya oksigen dari tanah tergenang tersebut.

Penelitian mengenai perubahan ketersediaan unsur hara mikro tembaga (Cu), seng (Zn), besi (Fe) dan mangan (Mn) pada proses penggenangan merupakan suatu tindakan yang penting, karena dengan mengetahui perubahan yang terjadi kita dapat merancang strategi pengelolaan tanah yang terbaik.

B. Masalah Penelitian

Untuk pertumbuhannya tanaman padi memperoleh zat hara yang bersumber dari tanah atau pupuk yang ditambahkan. Hara di dalam tanah berada dalam keseimbangan yang dinamis antara satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu, apabila suatu hara berada dalam kondisi yang berlebih atau

kekurangan, maka akan mempengaruhi ketersediaannya untuk pertumbuhan tanaman padi secara optimal.

Salah satu komponen dalam paket intensifikasi padi sawah adalah pengairan yang cukup. Namun pengairan yang cukup umumnya dipahami oleh petani sebagai penyediaan air untuk menggenangi sawah sedalam 5-7 cm mulai dari pengolahan tanah sampai dua minggu sebelum panen. Berbagai penelitian menemukan bahwa penggenangan terus menerus akan menghambat peningkatan produktivitas lahan sawah disebabkan terakumulasinya CO₂, H₂S, asam-asam organik, serta berkurangnya efisiensi pemupukan dan meningkatnya konsentrasi beberapa hara mikro yang dapat menyebabkan keracunan pada padi sawah. Disamping itu penggenangan yang berlebihan menyebabkan meledaknya populasi keong mas atau siput murbei. Dewasa ini keong mas merupakan hama utama pada padi sawah, bahkan serangan yang ditimbulkan dapat melebihi kerugian akibat serangan hama lainnya (Ismon, L., 2006:1).

Menurut Engelstad (1997:297) ketinggian air genangan dapat menyebabkan terganggunya proses pertukaran gas yang normal antara udara dan tanah. Air yang menutupi tanah atau mengisi pori tanah mencegah masuknya gas oksigen dan menurunkan difusi oksigen dengan faktor lebih dari 10.000. Jika suatu tanah digenangi, taraf oksigen mulai menurun dan merosot ketaraf nol dalam satu hari.

Unsur hara mikro memang dibutuhkan tanaman padi dalam jumlah yang kecil sehingga apabila unsur mikro yang diberikan ke dalam tanaman

padi dalam jumlah yang berlebihan akan mengakibatkan keracunan tanaman padi, sebaliknya kalau kekurangan akan mengakibatkan kekahatan.

Untuk mengetahui perubahan ketersediaan unsur hara mikro akibat ketinggian air genangan yang akan mempengaruhi kesuburan tanah maka perlu dilakukan suatu penelitian mengenai pengaruh ketinggian air genangan terhadap ketersediaan beberapa unsur hara mikro pada tanah Entisol.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ketinggian air genangan terhadap ketersediaan beberapa unsur hara mikro yaitu tembaga (Cu), seng (Zn), besi (Fe) dan mangan (Mn) pada tanah Entisol.

D. Kondisi Umum Wilayah

1. Letak Geografis dan Administratif

Kecamatan Sungai Kakap secara geografis terletak pada $0,1^{0}35'$ LU- $0,15^{0}33'$ LS dan $109^{0}4'$ BB- $109^{0}21'$ BT, dengan ibu kota kecamatan di Sungai Kakap. Kecamatan Sungai Kakap memiliki luas wilayah 48-397 Ha dengan batas-batas wilayah sebagai berikut :

- a) Sebelah Barat : berbatasan dengan Laut Natuna
- b) Sebelah Selatan : berbatasan dengan Kec. Teluk Pakedai
- c) Sebelah Timur : berbatasan dengan Pontianak Barat
- d) Sebelah Utara : berbatasan dengan Pontianak Utara dan
Kec. Siantan

Kecamatan Sungai Kakap merupakan bagian wilayah Kabupaten Kubu Raya yang dilalui oleh garis Khatulistiwa, sehingga berpengaruh besar terhadap iklim dan cuaca di daerah ini, yang beriklim tropis dengan curah hujan rata-rata 4250 mm/tahun. Temperatur berkisar antara 21⁰C sampai 35⁰C dengan tingkat kelembaban tinggi.

2. Iklim dan Curah Hujan

Berdasarkan data meteorologi yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi dan Geofisika Wilayah II Supadio selama periode tahun (1995-2004) bahwa keadaan suhu rata-rata bulanan adalah 26,6°. Jumlah curah hujan bulanan adalah 261 mm.

Menurut Oldeman (1979), daerah penelitian tergolong ke dalam zone agroklimat A yaitu daerah yang mempunyai bulan basah lebih besar dari sembilan bulan (>9 bulan) dengan curah hujan lebih besar dari 200 mm (>200 mm) dan lebih kering kurang dari 2 bulan dengan curah hujan lebih kecil dari 100 mm.

3. Pemanfaatan dan Pengelolaan Lahan

Di Kecamatan Sungai Kakap pemanfaatan lahan terbesar adalah lahan persawahan (35,2%). Lahan persawahan yang ada umumnya berupa sawah tadah hujan dengan dua kali panen dalam setahun. Lahan perkebunan di daerah ini mencapai 31,0 % dari jumlah luas wilayah dan umumnya lahan perkebunan yang terdapat di Kecamatan Sungai Kakap ini adalah perkebunan rakyat, seperti tanaman kelapa, buah-buahan dan beberapa jenis tanaman lainnya. Sedangkan hutan yang belum dimanfaatkan oleh

masyarakat setempat adalah berupa hutan basah dan semak belukar, luas hutan di Kecamatan Sungai Kakap mencapai 14.9%. Untuk tanah kering yang terdapat di daerah ini mencapai 18,5% dimana pada umumnya tanah kering ini cukup subur yang banyak dimanfaatkan sebagai lahan pertanian oleh masyarakat setempat. Penggunaan lahan untuk fasilitas-fasilitas umum berupa pembuatan terminal, jalan umum dan berbagai bentuk bangunan lainnya.

Tabel 1
Tingkat Pemanfaatan Lahan di Kecamatan Sungai Kakap

No.	Pemanfaatan	Luas Lahan (Ha)	Persentase (%)
1	Persawahan	170.013	35.2
2	Perkebunan	15.005	31.0
3	Hutan	72	13.4
4	Tanah Kering	8.946	18.9
5	Fasilitas Umum	195	1.4
6	Lain-lain	38	0.1
Jumlah		194.269	100

Sumber: Statistik Kecamatan Sungai Kakap,1999.

Lokasi pengambilan sampel seluas 1 Ha dan semua lahan digunakan untuk menanam padi. Tanah diolah dengan menggunakan cangkul diberi Urea 50 kg/ha. Benih padi menggunakan varietas *Ciherang* dengan jarak tanam 25x25 cm. Untuk mengantisipasi hama menggunakan pestisida sejenis *Antrakol*. Produksi yang dihasilkan sebanyak 2-3 ton per Ha.

E. Kerangka Pemikiran

1. Tinjauan Pustaka

a. Tanah Entisol

Di Indonesia tanah Entisol banyak diusahakan untuk areal persawahan baik sawah teknis maupun tadah hujan pada daerah dataran rendah. Tanah ini mempunyai konsistensi lepas-lepas, tingkat agregasi rendah, peka terhadap erosi dan kandungan hara tersediaan rendah.

Tanah Entisol terbentuk dari berbagai macam bahan induk dengan umur yang beragam dari muda sampai tua dan sembarang iklim, relief serta vegetasi maka sifat Entisol juga sangat beragam (Hardjowigeno, 2003:131).

Tanah Entisol juga disebut dengan tanah Aluvial. Jenis tanah ini dapat dijumpai pada daerah dengan iklim beragam, terbentuk dari bahan induk aluvial atau koluvial medan datar sampai agak bergelombang didataran rendah, cekungan atau daerah banjir sungai, vegetasi beragam. Tanah ini belum memperlihatkan pembentukan horizon, umumnya berwarna kelabu hingga coklat bertekstur pasir dan debu. Bertekstur gumpal atau tanpa struktur dan konsisten lembab adalah teguh, basah adalah plastik serta kering adalah keras. Reaksi tanah beragam, kadar bahan organik tergolong rendah, kejenuhan basa sedang hingga tinggi dengan KTK tinggi, kadar hara tergantung bahan induk, permeabilitas lambat dan peka erosi (Ghafur, Syarif, Hayati, Aspan, 2003:153).

Tanah Entisol mempunyai kejenuhan basa bervariasi, pH dari asam, netral sampai alkalin, KTK juga bervariasi baik untuk horizon A

maupun C, mempunyai nisbah $C/N < 20 \%$ dimana tanah yang mempunyai tekstur kasar berkadar bahan organik dan nitrogen lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang bertekstur lebih halus. Hal ini disebabkan oleh kadar air yang lebih rendah dan kemungkinan oksidasi dalam tanah yang bertekstur kasar juga penambahan alamiah dari sisa bahan organik kurang daripada tanah yang lebih halus (Munir, 1996:325).

Di daerah yang tersedia air yang cukup dengan topografi yang memungkinkan, padi sawah dapat ditanam pada tanah Entisol, meskipun tanah tersebut berstruktur berpasir, permeabilitas cepat, dan porositasnya tinggi. Padi sawah pada tanah Entisol ditanam di daerah humid, semihumid atau semiarid yang diirigasi (Hardjowigeno, 2005:23).

b. Potensial Redoks (Eh)

Apabila tanah digenangi air, maka potensial redoks atau Eh akan menurun dengan cepat hingga umumnya mencapai minimum dalam beberapa hari, kemudian naik lagi, lalu turun lagi secara perlahan-lahan hingga mendekati keseimbangan. Potensial redoks sangat dipengaruhi oleh sifat tanah. Kandungan bahan organik yang tinggi, dan temperatur 30-35°C, dapat mempercepat turunnya potensial redoks; dalam dua hari penggenangan, potensial redoks dapat turun menjadi 25V. Potensial redoks rendah dapat menghambat pertumbuhan benih, tidak menghambat pertumbuhan padi, meningkatkan ketersediaan P, meningkatkan ketersediaan Si, meningkatkan konsentrasi Fe^{2+} larut air, dan meningkatkan kelarutan Mn (Hardjowigeno, 2005:97).

Potensial redoks tanah berdrainase baik dan tereduksi, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2

Tabel 2

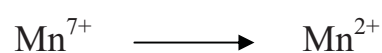
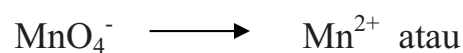
Nilai Potensial redoks Tanah pada Tanah Berdrainase Baik dan Tanah Tereduksi

Tingkat Reduksi	Nilai Eh (mV)
Drainase baik (Tidak tereduksi)	+700 s/d +500
Agak tereduksi	+400 s/d +200
Tereduksi	+150 s/d -100
Sangat tereduksi	-100 s/d -300

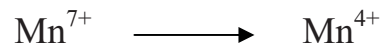
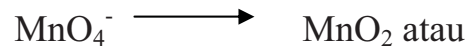
Sumber: Patrick dan Reddy (1978)

Potensial redoks suatu tanah tergenang merupakan suatu potensial campuran dari sejumlah sistem oksidasi-reduksi yang sulit dijelaskan berdasarkan hanya dalam suatu sistem tunggal. Suatu perubahan dalam potensial tersebut mengisyaratkan adanya pergeseran dalam keseimbangan oksidasi-reduksi dan biasanya melibatkan perubahan dalam lebih dari suatu sistem. Potensial redoks adalah indikator yang baik dalam memprediksikan mengenai perilaku beberapa unsur hara yang penting dan toksik (Engelstad 1997:305).

Sebagai contoh kadar Mn^{2+} dalam larutan tanah tergantung pada reaksi oksidasi-reduksi yang dipengaruhi pH, bahan organik, aktivitas mikroba, dan kelembaban tanah. Pada tanah tergenang, reduksi terjadi dominan sehingga level ketersediaan Mn dapat menjadi toksik (Hanafiah, 2005:326).



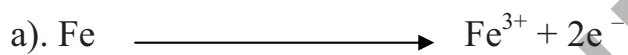
Eq Mn sama dengan 1/5 mol atau



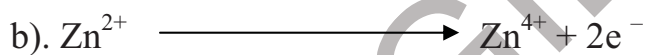
Eq Mn sama dengan 1/3 mol

Sumber: Hanudin (2004:13)

Berikut beberapa contoh reaksi oksidasi:

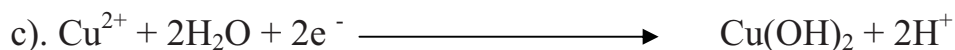
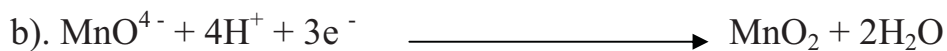
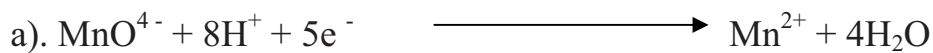


Eq logam besi sama dengan 1/3 mol



Eq besi Ferro sama dengan 1 mol

Berikut beberapa contoh reaksi reduksi:



Sumber: Hanudin (2004:22)

c. Unsur Hara Mikro

1) Tembaga (Cu)

Dalam tanah, tembaga (Cu) berbentuk senyawa dengan S, O, CO₃ dan SiO₄ misalnya kalkosit (Cu₂S), kovelit (CuS), kalkopirit (CuFeS₂), borinit (Cu₅FeS₄), luvigit (Cu₃AsS₄), tetrahidrit [(Cu,Fe)₁₂SO₄S₃], kufirit (Cu₂O), sinorit (CuO), malasit [Cu₂(OH)₂CO₃], adirit [(Cu₃(OH)₂(CO₃)₂], brosanit [Cu₄(OH)₆SO₄] (Aglonema, 2005:15).

Peran tembaga (Cu) bagi tanaman yang diserap dalam bentuk ion Cu²⁺ adalah sebagai bagian enzim sitokrom oksidase (dalam respirasi pada mitokondria), berperan dalam metabolisme protein dan karbohidrat, serta dalam fiksasi N₂ dan berperan sebagai katalisator dalam respirasi dan penyusunan beberapa enzim, berperan terhadap perkembangan tanaman generatif. Umumnya unsur ini menyusun 0,0006% dari tanaman. Tembaga (Cu) merupakan unsur immobil dan mempunyai gejala defisiensi yang bervariasi (Hanafiah, 2005:318).

Adapun gejala defisiensi / kekurangan tembaga (Cu) antara lain : pembungaan dan pembuahan terganggu, warna daun muda kuning dan kerdil, daun-daun lemah, layu dan pucuk serta batang dan tangkai daun lemah (Aglonema, 2005:16).

Keadaan tanah sawah yang sangat tereduksi akan mengakibatkan ketersediaan tembaga (Cu) dalam larutan menurun, hal ini disebabkan oleh terbentuknya endapan kovelit (CuS) atau kelasi tembaga (Cu) oleh asam-asam organik. (Prasetyo, 2000:55).

Penggenangan meningkatkan konsentrasi Cu tersedia. Hal ini disebabkan oleh bahan induk tanah yang memiliki kandungan unsur Cu yang tinggi. Menurut Nyapka, dkk., (1988), bahan induk mempengaruhi kadar unsur mikro dalam tanah. Defisiensi unsur mikro sering dihubungkan dengan kadar unsur mikro yang tinggi dari batuan induk atau bahan induk.

Ditambah oleh *Tisdale et al.*, (1985) dalam Setiadi, (1990), bahwa kandungan unsur Cu pada tanah, dipengaruhi oleh banyak faktor seperti faktor-faktor pembentukan tanah yang menyangkut bahan induk, bahan organik dan juga liat serta dipengaruhi oleh tekstur dan interaksi dengan unsur lain.

2) Seng (Zn)

Kadar seng (Zn) dalam tanah berkisar antara 16-300 ppm, sedangkan kadar seng (Zn) dalam tanaman berkisar antara 20-70 ppm. Mineral seng (Zn) yang ada dalam tanah antara lain sulfida (ZnS), spalerit [(ZnFe)S], smithzonte ($ZnCO_3$), zinkit (ZnO), wellemit ($ZnSiO_3$ dan $ZnSiO_4$) (Aglonema, 2005:16).

Menurut Nyapka, dkk., (1988) bahwa kadar Zn di dalam tanah berkorelasi erat dengan material penyusun tanah. Tanah – tanah yang berasal dari batuan – batuan igneus (beku) seperti granit, basalt akan mengandung unsur Zn yang tinggi, sebaliknya tanah – tanah yang berasal dari material dasar yang lebih siliceous, akan mempunyai kandungan Zn yang rendah di dalam tanah.

Seng (Zn) diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Zn^{2+} yang berperan sebagai aktivator enzim yang mengatur bermacam-macam aktivitas metabolik. Berperan dalam pembentukan klorofil dan pencegahan kerusakan molekul-molekul (Hanafiah, 2005:37).

Adapun gejala defisiensi seng (Zn) antara lain : tanaman kerdil, ruas-ruas batang memendek, daun mengecil dan mengumpul (resetting) dan klorosis pada daun-daun muda dan intermedier serta adanya nekrosis (Aglonema, 2005:17).

Keadaan tanah sawah yang tereduksi akan mengakibatkan ketersediaan seng (Zn) dalam larutan tanah menurun. Penurunan kadar seng (Zn) dalam larutan tanah dapat disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya; meningkatnya pH setelah penggenangan (Lindsay,1972) dan drainase lahan sawah yang buruk (Engelstad 1997:156).

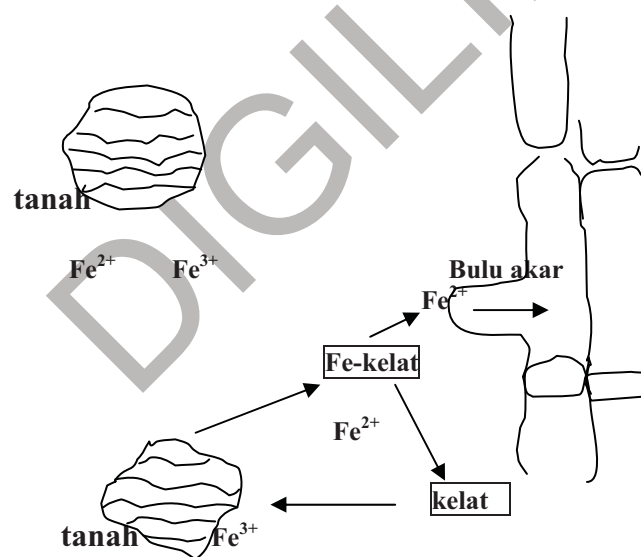
Oleh sebab itu kekahatan seng (Zn) pada tanah sawah tidak dapat diukur melalui kelarutan seng (Zn) namun perlu mempertimbangkan faktor-faktor lain yang mempengaruhinya (Yoshida, 1981).

3) Besi (Fe)

Besi (Fe) merupakan unsur mikro yang diserap dalam bentuk ion feri (Fe^{3+}) ataupun fero (Fe^{2+}). Besi (Fe) dapat diserap dalam bentuk khelat (ikatan logam dengan bahan organik). Mineral besi (Fe) antara lain olivin ($(MgFe)_2SiO$), 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. Besi (Fe) dalam tanaman sekitar 80% yang terdapat dalam kloroplas atau sitoplasma (Aglonema, 2005:18).

Besi (Fe) terikat erat dengan bahan organik. Khelat bersenyawa dengan besi tanah membentuk Fe-kelat. Diffusi dan aliran massa dapat mengangkut Fe-kelat dengan konsentrasi 10^{-8} sampai 10^{-7} M ke akar tanaman. Selanjutnya akar tanaman menghasilkan asam organik untuk melarutkan besi pada Fe-kelat. Besi (Fe) terlarut diabsorpsi tanaman, sedangkan kelat yang terbebas dapat bersenyawa kembali dengan besi tanah membentuk Fe-kelat baru, seperti pada skema berikut:



Skema pembentukan Fe-kelat dan absorpsi besi berbentuk Fe-kelat oleh tanaman (Mengel dan Kirby, 1982) dalam (Nyapka, et.al, 1988).

Peran besi (Fe) bagi tanaman dalam bentuk Fe^{2+} adalah berperan dalam sintesis klorofil (sebagai katalisator atau bagian sistem enzimatik) dan bagian dari enzim-enzim tertentu, dalam proses fiksasi N sebagai komponen protein ferredoksin yang dibutuhkan dalam reduksi nitrat dan

sulfat, asimilasi N_2 dan produksi energi (NADP); juga terlibat dalam sintesis protein dan pertumbuhan ujung akar meristem (Hanafiah, 2005:318).

Kekurangan besi (Fe) menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil dan akhirnya juga penyusunan protein menjadi tidak sempurna. Defisiensi besi (Fe) menyebabkan kenaikan kadar asam amino pada daun dan penurunan jumlah ribosom secara drastis. Penurunan kadar pigmen dan protein dapat disebabkan oleh kekurangan besi (Fe). Juga akan mengakibatkan pengurangan aktivitas semua enzim (Aglonema, 2005:18).

Proses penggenangan pada tanah sawah telah menyebabkan terjadinya proses reduksi dan oksidasi atas oksida besi, oksida besi terbentuk dari besi (Fe) yang dilepaskan oleh mineral primer selama proses pelapukan. Adanya oksida besi dalam tanah sangat mempengaruhi sifat morfologi, fisik maupun kimia tanah, dan sekaligus memberi informasi mengenai proses-proses pembentukan tanah di lingkungan tersebut (Schwertmann and Taylor, 1989; Allen and Fanning, 1983).

Reaksi reduksi adalah reaksi yang paling penting di dalam tanah masam tergenang karena dapat menaikkan pH dan ketersediaan fosfor serta menggantikan kation lain dari tempat pertukaran seperti K. Peningkatan Fe pada tanah masam dapat menyebabkan keracunan besi pada padi, apabila kadarnya dalam larutan adalah 350 ppm (Prasetyo, 2000:12).

Keadaan ini dapat dihindari dengan cara pencucian tanah atau memperlambat waktu sampai melewati puncak reduksi. Puncak kadar senyawa besi (Fe) larutan tanah biasanya terjadi dalam bulan pertama setelah penggenangan dan diikuti penurunan berangsur-angsur (Ponnamperuma, 1985). Adanya akumulasi besi yang berlebih dalam larutan tanah dapat menimbulkan keracunan bagi tanaman padi. Lu tian Ren (1985) dalam Yusuf *et.al.*, 1990) menyebutkan batas kritis besi (Fe) larut air dalam larutan tanah untuk tanaman padi sekitar 50-100 ppm.

4) Mangan (Mn)

Mangan (Mn) dikandung berbagai bebatuan primer terutama yang tersusun oleh mineral sekunder berbahan ferro-magnesian, seperti pirolisit (MnO_2) dan manganit ($MnO(OH)$). Mangan (Mn) terdapat dalam tanah berbentuk senyawa oksida, karbonat dan silikat dengan nama pyrolusit (MnO_2), manganit ($MnO(OH)$), rhodochrosit ($MnCO_3$) dan rhodinit ($MnSiO_3$). Oksida mangan (Mn) sering kali dijumpai bersamaan dengan oksidasi besi (Fe) dalam bongkahan atau lempeng besi. Kadar mangan (Mn) dalam tanah umumnya 200-3000 ppm. Fraksi mangan (Mn) paling penting adalah Mn^{2+} dan oksida mangan (Mn) dalam bentuk Mn divalen dan Mn tetravalen, bentuk mangan (Mn) dalam tanah tergantung pada siklus reduksi-oksidasi yang dipengaruhi oleh pH, yang tergantung lagi pada proses penggenangan (Aglonema, 2005:19).

Kadar Mn^{2+} tergantung pada reaksi oksidasi-reduksi yang dipengaruhi pH, bahan organik, aktivitas mikroba, dan kelembaban tanah.

Pada tanah sawah tergenang reduksi terjadi dominan sehingga level ketersediaan mangan (Mn) dapat menjadi racun bagi tanah dan tanaman (Hanafiah, 2005:326).

Peran mangan (Mn) bagi tanaman dalam bentuk Mn^{2+} adalah sebagai pengatur beberapa sistem reduksi dan oksidasi pada proses fotosintesis, berperan juga dalam stimulator pemecah molekul air pada fotosintesis (produksi O_2), dan sebagai struktural pada sistem membran kloroplas. Dibanding unsur hara mikro lainnya unsur ini paling banyak terdapat pada sereal seperti padi (Hanafiah, 2005:318). Defisiensi unsur mangan (Mn) pada sereal seperti padi ditandai dengan adanya bercak-bercak warna keabu-abuan sampai kecoklatan dan garis-garis pada bagian tengah dan pangkal daun muda (Aglonema, 2005:18).

Ketersediaan mangan (Mn) berpola sama dengan ketersediaan tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang optimum pada $pH \leq 5,0$ dan $\geq 6,5$. Menurut Lindsay cit. Foth (1984), kelarutan mangan (Mn) menurun 10 kali dengan naiknya setiap unit pH. Status pH dalam hubungannya dengan ketersediaan mangan (Mn) bagi tanaman padi akan sangat dipengaruhi oleh tingginya genangan pada tanah Entisol.

d. Ketinggian Air Genangan

Umumnya petani di Indonesia menggenangi sawahnya dengan ketinggian genangan 10-15 cm secara terus menerus, hal ini dapat menyebabkan kehilangan air lewat perkolasi yang didalamnya juga terlarut unsur hara yang bersifat mobil, sehingga tingkat kehilangan hara

juga menjadi tinggi. Penurunan tingkat genangan menjadi 5-7 cm selain dapat menurunkan tingkat kebutuhan air irigasi dan juga dapat meningkatkan hasil tanaman (Subagyono *et.al.*, 2000:208).

Penggenangan tanah kering berarti air memasuki agregat dan mendorong udara dalam pori mengakibatkan letusan-letusan kecil yang memecahkan dan memisahkan masing-masing agregat. Kondisi anaerob berakibat pada reduksi dan tidak larutnya campuran-campuran besi, mangan dan dekomposisi bahan-bahan organik yang terikat. Stabilitas agregat menurun sangat besar dan agregat yang tertinggal mudah dihancurkan. Pemecahan agregat tanah dan penyumbatan pori-pori dengan sisa pembuangan mikrobial mengurangi permeabilitas tanah atau konduktivitas hidrolis (Foth, 1998:89).

Menurut Sudjadi, (1975) dan De Datta, (1981), penggenangan air pada lahan sawah menghentikan difusi oksigen ke dalam tanah. Akibatnya aktifitas mikroba aerob berhenti namun mikroba anaerob menjadi aktif. Ketinggian air genangan berdampak luas terhadap perubahan sifat kimia tanah sawah. Perubahan sifat kimia yang penting antara lain : peningkatan pH, penurunan kandungan oksigen, denitrifikasi, dekomposisi bahan organik, menambah sumber dan ketersediaan nitrogen, menambah kesediaan P, Si, Mo, Ca dan Na, akumulasi CO₂, CH₄, asam organik dan hidrogen sulfida sebagai hasil dekomposisi bahan organik.

Hasil penelitian Lisna (2006:43) menyatakan bahwa lama penggenangan berpengaruh nyata terhadap nilai pH tanah, peningkatan

yang signifikan terjadi pada minggu ke empat dan stabil pada minggu selanjutnya. Dijelaskan oleh Hardjowigeno dan Rayes (2005:102) bahwa di daerah tropis, tanah mineral dengan bahan organik > 2% mencapai pH optimum setelah 2-4 minggu penggenangan.

2. Kerangka Konsep

Ketersediaan unsur hara mikro bagi tanaman yang disediakan oleh tanah berbeda-beda. Perbedaan ini disebabkan oleh tingkat kesuburan pada setiap jenis tanah, bahkan di dalam suatu hamparan tanah saja bila dibagi ke dalam petak tanah maka akan ditemukan kemungkinan bahwa tiap petak tanah memiliki tingkat kesuburan yang berbeda-beda.

Salah satu sifat khas yang dimiliki tanaman padi sawah yakni dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang tergenang. Penggenangan tanah untuk menanam padi sawah dapat menyebabkan berbagai perubahan sifat tanah. Perubahan itu meliputi sifat morfologi tanah, kimia, fisika, dan mikrobiologi maupun sifat-sifat lain sifat tanah sawah dapat berbeda dengan tanah asalnya dan pembentuknya.

Dari hasil penelitian Lisna (2006:43) diketahui bahwa peningkatan nilai pH tanah yang signifikan terjadi pada lama penggenangan sampai minggu ke 4 dan relatif stabil hingga minggu ke 9.

Ketinggian air genangan akan mempengaruhi difusi oksigen pada permukaan tanah sehingga akan meningkatkan reduksi. Makin tinggi tingkat reduksi, makin padat elektron di larutan air tanah dan potensial

redoks akan menurun.

Potensial redoks pada tanah secara langsung mempengaruhi konsentrasi oksigen dalam tanah, pH, pembentukan asam-asam organik, sulfida organik dan hidrogen sulfida, serta mempengaruhi ketersediaan P, Si dan konsentrasi Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^- dan SO_4^{2-} dan secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , $\text{B}(\text{OH}_4)^-$ dan MoO_4^- .

Perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh ketinggian air genangan terhadap ketersediaan unsur hara mikro. Pemantauan perubahan ketersediaan unsur hara mikro tembaga (Cu), seng (Zn), besi (Fe) dan mangan (Mn) pada proses penggenangan merupakan suatu tindakan yang penting, karena dengan mengetahui perubahan yang terjadi kita dapat merancang strategi pengelolaan tanah yang terbaik.