

PENGARUH KELEBIHAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN

PAPER

Oleh

Grup II :

- | | |
|--------------------|-----------|
| 1. Eliakim | 087001005 |
| 2. Rini Sulistiani | 087001021 |
| 3. Surianto | 087001014 |
| 4. Toni Manik | 087001016 |



**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
M E D A N
2 0 0 8**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tulisan tentang **Pengaruh Kelebihan Air Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman** yang merupakan tugas dari mata kuliah Ekofisiologi Tanaman.

Air merupakan komponen yang esensial dalam mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman, namun kelebihan air akan menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil tanaman tersebut.

Dalam penulisan paper ini tentunya masih banyak hal yang perlu diperbaiki, oleh karena itu penulis membuka diri untuk menerima kritik dan saran demi perbaikan kualitas tulisan.

Medan, 03 Oktober 2008

penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PENDAHULUAN	1
• Latar Belakang	1
• Tujuan.....	2
 PENGARUH KELEBIHAN AIR DI TANAH TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN.....	 3
• Terjadinya Kelebihan Air	3
• Fungsi Air Pada Tanaman	4
• Akibat Kelebihan Air Pada Tanah dan Tanaman.....	6
 PENGELOLAAN AIR DALAM TANAH DAN PEMANFAATANNYA UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN.....	 9
• Tipe Kelebihan Air.....	9
• Konservasi dan Penggunaan Air	9
• Pengaruh Stress Air Pada Tanaman	12
• Pengaruh Anoksia pada Akar Tanaman	13
• Strategi Tanaman untuk Bertoleransi terhadap Genangan	14
 KESIMPULAN DAN SARAN	 16
• Kesimpulan	16
• Saran.....	16
 DAFTAR PUSTAKA	 17

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air sangat dibutuhkan oleh tanaman karena merupakan komponen utama dalam sel-sel penyusun jaringan tanaman. Kehidupan tiap sel tergantung pada sifat cairan di sekelilingnya yaitu cairan extra sel (ces), dimana air adalah komponen utama pengisi sel. Dalam larutan sel terdapat ion-ion dan molekul-molekul yang diperlukan dalam melaksanakan fungsinya dalam proses difusi, osmosis, transpor aktif dan dalam reaksi biokimia seperti fotosintesis, transpirasi dan lain-lain.

Di dalam tanah keberadaan air sangat diperlukan oleh tanaman yang harus tersedia untuk mencukupi kebutuhan untuk evapotranspirasi dan sebagai pelarut, bersama-sama dengan hara terlarut membentuk larutan tanah yang akan diserap oleh akar tanaman.

Dalam Buckman and Brady (1982) disebutkan bahwa keberadaan air berdasarkan klasifikasi biologi air di dalam tanah ada tiga bentuk yaitu : air kelebihan, air tersedia dan air tidak tersedia. Pada umumnya kelebihan air yang terikat pada kapasitas lapangan tidak menguntungkan tanaman tingkat tinggi. Bila terlalu banyak air, keadaannya merugikan pertumbuhan dan menjadi lebih buruk ketika mencapai titik jenuh. Pengaruh buruk yang lain dari kelebihan air adalah terlindinya unsur hara bersama gerakan air tersebut ke bawah. Pada tanah yang bertekstur halus, hal ini mungkin hanya perpindahan unsur hara ke lapisan yang lebih bawah dan tidak terlalu dalam sehingga masih dapat diserap oleh akar tanaman.

Air merupakan pembatas pertumbuhan tanaman karena jika jumlahnya terlalu banyak menimbulkan genangan dan menyebabkan cekaman aerasi sedangkan jika jumlahnya sedikit sering menimbulkan cekaman kekeringan. Oleh sebab itu kebijakan pengelolaan air harus dilakukan agar tak terjadi water logging dan pemanfaatan air dapat seefisien mungkin sesuai kebutuhan.

Tujuan

Tujuan penulisan paper adalah untuk membahas pengaruh kelebihan air (water logging) terhadap pertumbuhan tanaman dan upaya yang harus dilakukan untuk pengelolaan air secara bijaksana dan efisien.

PENGARUH KELEBIHAN AIR DI TANAH TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN

Terjadinya Kelebihan Air

Bentuk air dalam tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman dapat dibedakan berdasarkan retensinya yaitu :

- Air kapiler, terletak antara titik layu tetap (batas bawah) dan kapasitas lapangan (batas atas)
- Air tidak tersedia, air higroskopis (kurang dari titik layu tetap) dan air gravitasi (di atas kapasitas lapangan)

Diperlukan upaya pengaturan lengas tanah supaya optimum, melalui pembuatan saluran drainase (mencegah terjadinya genangan) maupun saluran irigasi (mencegah cekaman kekeringan). Air hujan dan irigasi masuk ke tanah lewat infiltrasi, mengisi pori mikro tanah, tertahan sebagai lengas. Air tanah memiliki energi kinetik dan potensial, energi kinetik sangat rendah, bergerak sangat lambat sedangkan energi potensial tinggi.

Status air tanah digambarkan oleh kandungan lengas dan tanah tergantung pada tekstur dan struktur tanah. Tanah lempung menyimpan air lebih banyak dari pada tanah pasir, kekeringan di tanah lempung terjadi lebih lambat (FP UGM, 2008).

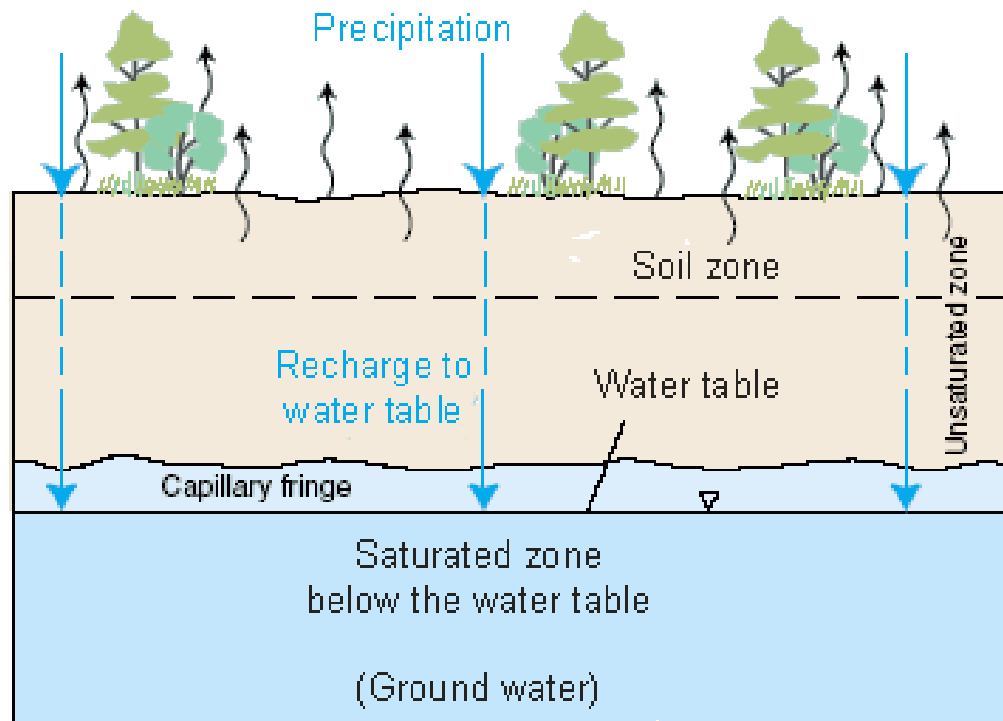
Kelebihan air terjadi ketika pada permukaan tanah menjadi jenuh, pori-pori tanah penuh dengan air. Kelebihan air tidak dapat alirkan pada saluran. Kelebihan air dapat terjadi pada :

- Periode hujan lebat
- Pengelolaan irigasi yang buruk
- Drainase jelek
- Meningkatnya permukaan air bawah tanah

Pengairan yang berlebihan di daerah irigasi menyebabkan kelebihan air. Tanaman di daerah yang mendapat irigasi akan menggunakan air hanya secukupnya saja sebanyak yang dibutuhkannya. Kelebihan air yang tidak digunakan akan terjadi

dan mengisi kembali sistem permukaan air bawah tanah dan menyebabkan meningkatnya tampungan air di bawah tanah (Anonimus, 2008).

Berikut ini adalah gambar daerah serapan air yang berasal dari hujan dan air yang tersedia untuk tanaman.



Gambar 1. Daerah Serapan Air
(www.ga.water.usgs.gov/edu/graphics/wcinfiltrationsoilzone)

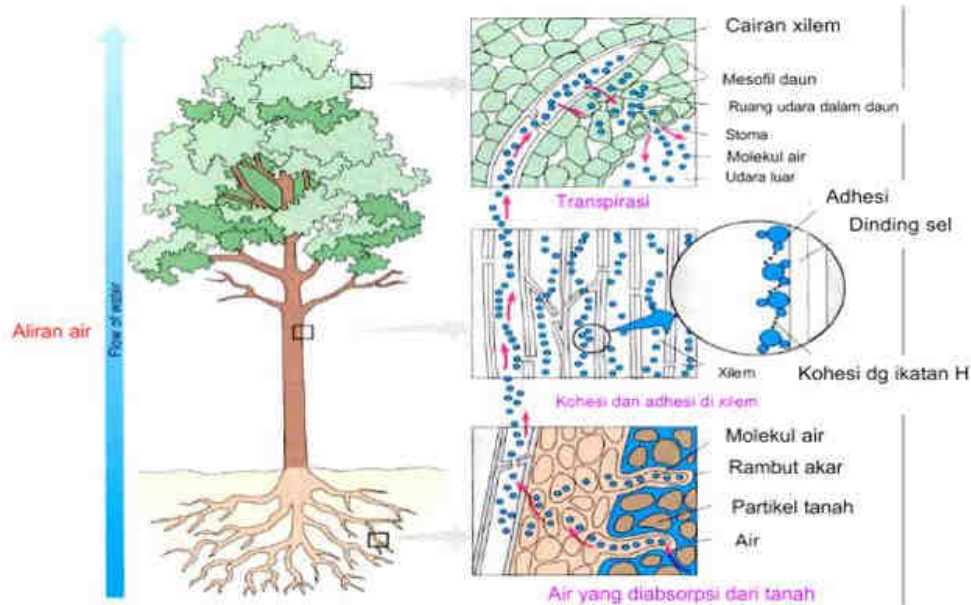
Fungsi Air Pada Tanaman

Fungsi air bagi tanaman adalah sebagai penyusun tubuh tanaman (70%-90%), pelarut, difusi, osmosis dan medium reaksi biokimia, medium transpor senyawa, memberikan tekanan turgor bagi sel (penting untuk pembelahan sel dan pembesaran sel), bahan baku fotosintesis dan menjaga suhu tanaman supaya konstan.

Dari hasil analisa terhadap tanaman dapat diketahui bahwa sebagian besar penyusun tubuh tanaman adalah air. Tanaman dapat memperoleh air dari beberapa sumber, tetapi yang paling besar adalah berasal dari dalam tanah. Akar tanaman

merupakan organ yang paling penting dalam mengambil air bagi keseluruhan tanaman (Heddy, 1990).

Gambar di bawah ini menunjukkan proses pergerakan air dari tanah menuju akar dan ke seluruh jaringan tanaman.



Gambar 2. Aliran air dari akar ke tajuk
(www.iel.ipb.ac.id)

Dalam Fitter and Hay (1991) disebutkan, air adalah pelarut yang sangat baik untuk tiga kelompok bahan (solute) biologis yang penting yaitu : bahan organik, ion-ion bermuatan (K^+ , Ca^{2+} , NO_3^-) dan molekul kecil. Bahan organik dan air dapat membentuk ikatan ion hidrogen termasuk asam amino, karbohidrat serta protein yang berat molekulnya rendah, mengandung hidroksil, amine atau gugus fungsional asam karboksilat. Air juga membentuk dispersi koloida dengan karbohidrat dan protein dengan berat molekul tinggi.

Molekul air dengan sebagian muatannya yang berorientasi terhadap sekitar ionnya sendiri untuk membesarkan, tetapi dengan mudah dapat larut sebagai ion hidratisasi. Molekul air menjadi terikat sebagai ikatan bermuatan pada permukaan dinding sel tanaman, membran sel dan partikel tanah memberikan lapisan yang terikat kuat dengan air, suatu molekul yang tebal.

Molekul kecil seperti gas di atmosfer (O_2 , N_2) dapat pindah mengisi lubang pada struktur yang agak terbuka dari air sebagai cairan. Jadi selain sebagai pelarut yang ideal untuk banyak reaksi biokimia, air juga sebagai suatu medium yang cocok untuk transport molekul-molekul organik, ion organik dan gas dari atmosfer.

Akibat Kelebihan Air Pada Tanah dan Tanaman

Keberadaan air di alam dapat menjadi pembatas pertumbuhan tanaman, apabila jumlahnya terlalu banyak (menimbulkan genangan) sering menimbulkan cekaman aerasi dan jika jumlahnya terlalu sedikit, sering menimbulkan cekaman kekeringan (FP UGM, 2008).

Di dalam Anonimus (2008) dinyatakan bahwa efek dari kelebihan air akan jelas terlihat pada daerah yang mendapat irigasi, kemudian di berbagai tempat yang dekat dengan daerah tampungan air bawah tanah. Akibat kelebihan air bagi tanaman :

- Kelebihan air menyebabkan pori-pori tanah tidak ada oksigen, sementara tanaman memerlukan oksigen untuk pernapasan dan pertumbuhannya
- Tanaman akan terlihat menguning, pertumbuhan terhambat dan kurus
- Tanaman akan mati
- Tanah menjadi gundul
- Beberapa spesies tanaman menjadi lebih toleran terhadap kondisi jenuh air dan akan mengambil alih vegetasi daerah tersebut.
- Menurunkan potensi hasil antara 30-80% pada beberapa hasil pertanian di daerah padang rumput yang curah hujannya ≥ 400 ml (McFarlane and Williamson, 2001).

Hal senada juga diungkapkan oleh FP UGM (2008) akibat genangan air yang berlebihan mengakibatkan kandungan lengas tanah di atas kapasitas lapangan. Selain itu juga menimbulkan dampak yang buruk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman dengan menurunnya pertukaran gas antara tanah dan udara yang mengakibatkan menurunnya ketersediaan O_2 bagi akar, menghambat pasokan O_2 bagi akar dan mikroorganisme (mendorong udara keluar dari pori tanah dan menghambat laju difusi).

Pada kondisi genangan, < 10% volume pori yang berisi udara. Sebagian besar tanaman, pertumbuhan akarnya terhambat bila < 10% volume pori yang berisi udara dan laju difusi O₂ kurang dari 0.2 ug/cm²/menit. Keadaan lingkungan kekurangan O₂ disebut hipoksia, dan keadaan lingkungan tanpa O₂ disebut anoksia (mengalami cekaman aerasi). Kondisi anoksia tercapai pada jangka waktu 6–8 jam setelah genangan, karena O₂ terdesak oleh air dan sisa O₂ dimanfaatkan oleh mikroorganisme. Pada kondisi tergenang, kandungan O₂ yang tersisa di tanah lebih cepat habis bila ada tanaman. Laju difusi O₂ di tanah basah 20.000 kali lebih lambat dibandingkan di udara. Laju penurunan O₂ dipengaruhi oleh tekstur tanah.

Pada tanah pasiran, kehabisan O₂ terjadi pada 3 hari setelah tergenang sedangkan pada tanah lempungan terjadi < 1 hari, porositas lempungan lebih rendah dari pada pasiran. Penurunan O₂ dipercepat oleh keberadaan tanaman di lahan, akar tanaman menyerap untuk respirasi. Genangan selain menimbulkan penurunan difusi O₂ masuk ke pori juga akan menghambat difusi gas lainnya, misal keluarnya CO₂ dari pori tanah. CO₂ terakumulasi di pori, pada tanah yang baru saja tergenang 50% gas terlarut adalah CO₂, sebagian tanaman tidak mampu menahan keadaan tersebut dampak kelebihan konsentrasi CO₂ mempunyai pengaruh lebih kecil dibandingkan defisiensi O₂. Genangan mempengaruhi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Struktur tanah rusak, daya rekat agregat lemah, penurunan potensial redoks, peningkatan pH tanah masam, penurunan pH tanah basa, perubahan daya hantar dan kekuatan ion, perubahan keseimbangan hara.

Tanaman yang tergenang menunjukkan gejala klorosis khas kahat N. Kekahatan N terjadi karena penurunan ketersediaan N maupun penurunan penyerapannya. Pada kondisi tergenang ketersediaan N dalam bentuk nitrat sangat rendah karena proses denitrifikasi, nitrat diubah menjadi N₂, NO, N₂O, atau NO₂ yang menguap ke udara. Pada proses denitrifikasi, nitrat digunakan oleh bakteri aerob sebagai penerima elektron dalam proses respirasi. Genangan berdampak negatif terhadap ketersediaan N, tetapi ada pula keuntungan dari timbulnya genangan yaitu peningkatan ketersediaan P, K, Ca, Si, Fe, S, Mo, Ni, Zn, Pb, Co.



Gambar 3. Kerusakan Tanaman Akibat Waterlogging
(www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2006/05/southafrica_corn_may06/images/damage_540)

Genangan berpengaruh terhadap proses fisiologis dan biokimiawi antara lain respirasi, permeabilitas akar, penyerapan air dan hara, penyematan N. Selain itu menyebabkan kematian akar di kedalaman tertentu dan hal ini akan memacu pembentukan akar adventif pada bagian di dekat permukaan tanah pada tanaman yang tahan genangan.

Pada tanaman legum, genangan tidak hanya menghambat pertumbuhan akar maupun tajuk juga menghambat perkembangan dan fungsi bintil akar. Fungsi bintil akar terganggu karena terhambatnya aktifitas enzim nitrogenase dan pigmen leghaemoglobin, kemampuan fiksasi N_2 akan menurun. Tanaman kedelai termasuk tanaman yang tahan genangan, mampu membentuk akar adventif dan bintil akar pada akar tersebut, efek genangan akan hilang begitu akar adventif terbentuk.

Pengaruh genangan pada tajuk tanaman: penurunan pertumbuhan, klorosis, pemacuan penuaan, epinasti, pengguguran daun, pembentukan lentisel, penurunan akumulasi bahan kering, pembentukan aerenkim di batang. Besarnya kerusakan tanaman sebagai dampak genangan tergantung pada fase pertumbuhan tanaman. Fase yang peka genangan: fase perkecambahan, fase pembungaan, dan pengisian. Genangan pada fase perkecambahan menurunkan jumlah biji yang berkecambah (perkecambahan sangat memerlukan O_2). Genangan yang terjadi pada fase pembungaan dan pengisian menyebabkan banyak bunga dan buah muda gugur.

PENGELOLAAN AIR DALAM TANAH DAN PEMANFAATANNYA UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN

Tipe Kelebihan Air

Kelebihan air dan salinitas adalah masalah utama terjadinya degradasi lahan di Barat Daya Australia dan diprediksi terjadi lebih meluas. Hal yang mendasar pada perkembangan salinitas dan kelebihan air pada daerah yang spesifik secara geologi dan geomorfologi. Alam ini secara konsekuen akan menunjukkan kelebihan air dan tingkat salinitas sekunder, seperti pada areal pertanian di barat daya Australia merupakan fakta yang perlu perhatian khusus dengan tipe lahan yang diwakili oleh percobaan di Ucarro, dekat Kataning.

Ada tiga tipe kelebihan air yang telah teridentifikasi yaitu : terhubungnya ketinggian permukaan air dalam tekstur tanah yang kontras (duplex), penggenangan persawahan dan lembah serta kejenuhan permukaan tanah dengan adanya tekanan hidrolik mengakibatkan meningkatnya permukaan air bawah tanah di dasar regolit pada ketinggian granit dan gneiss atau dalam saluran lembah sedimen secara meluas. Umumnya secara vertikal ketinggian permukaan air telah teridentifikasi dimana kontribusinya nyata untuk pengisian kembali permukaan air bawah tanah dan akibatnya tanah salin. Meningkatnya lahan salin disertai dengan peningkatan salinitas pada sumber air.

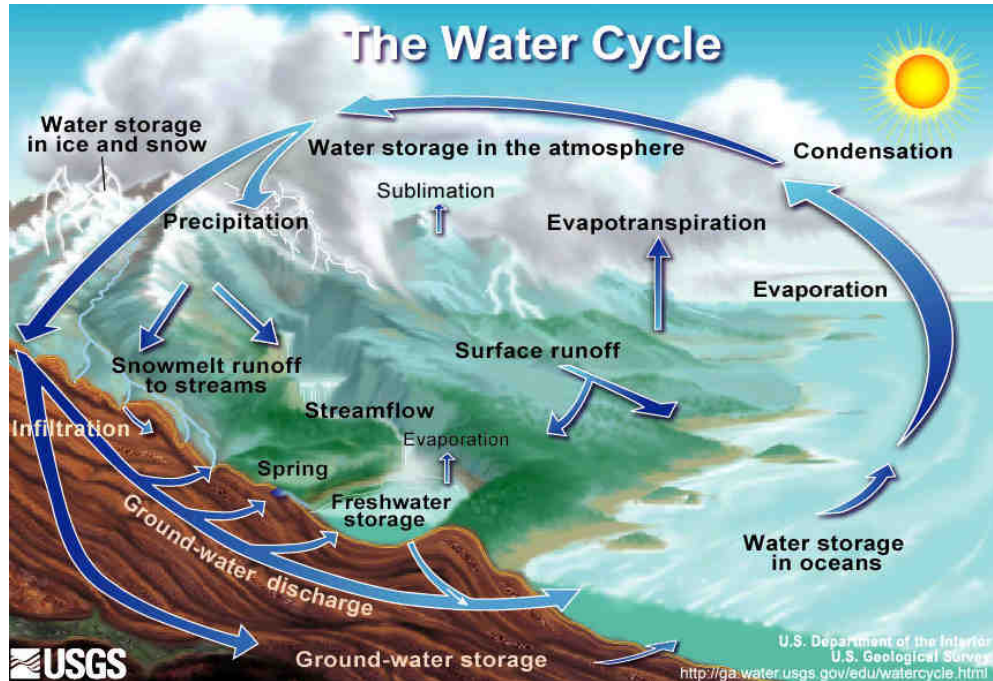
Ada interaksi antara kelebihan air dengan salinitas dimana terjadi pengisian air bawah tanah hingga ke permukaan tanah. Kelebihan air dapat menjadi penghambat serius bagi pertumbuhan tanaman, bahkan pada kandungan garam yang rendah. Interaksi antara air dan garam adalah sinergis pada tanaman (McFarlane and Williamson, 2001).

Konservasi dan Penggunaan Air

Dalam suatu daerah dengan iklim tertentu, ketersediaan air untuk pertumbuhan dan fungsi tanaman tergantung sifat penyimpanan air dalam tanah. Bila mana tanah jenuh dengan air setelah terjadi curah hujan yang lama, ruang-ruang

(pori-pori) tanah akan penuh air. Bagaimanapun, tanah yang berdrainase bebas tidak dapat menahan semua air ini untuk digunakan oleh tanaman (Fitter and Hay (1991).

Gambar di bawah ini menjelaskan siklus air, terjadinya penguapan air di permukaan tanah, permukaan air laut dan vegetasi ke atmosfer, kondensasi serta terjadinya hujan yang akan mengembalikan air ke tanah.



Gambar 4: Siklus Air
(www.vnhydro.net/images/Water_cycle)

Cara pencegahan agar tidak terjadi kelebihan air :

- Pengelolaan saluran drainase agar aliran air efisien
- Pengelolaan permukaan air tanah untuk menghindari kolam air
- Memperpanjang perakaran tanaman ke dalam tanah untuk memanfaatkan air dalam tanah
- Penggunaan hanya jika diperlukan saja yaitu ketika tanaman membutuhkan air untuk pertumbuhan, kondisi tanah kering hingga kedalaman 15 cm dan hanya diberikan ketika masa pertumbuhan, bukan ketika masa dorman. Hanya

diberikan sejumlah yang diperlukan oleh tanaman, tidak diberikan ketika hujan (Anonimus, 2008).

Selanjutnya dalam FP UGM (2008) disebutkan bahwa untuk menjaga status air tetap tersedia bagi tanaman dapat dilakukan pengelolaan air pada kapasitas lapangan, kondisi ini akan menguntungkan karena adanya imbalan antara pori makro dengan mikro, seluruh pori mikro terisi air dan batas atas air tersedia bagi tanaman. Sebagian besar nutrisi dalam bentuk terlarut. Permukaan akar memiliki luasan terbesar untuk menjalankan proses difusi ion dan aliran massa ion yang diukur berdasarkan kandungan lengas setelah tanah jenuh dibiarkan bebas terdrainase selama 2 – 3 hari. Cara lain: ditentukan pada tanah jenuh yang mengalami tekanan pada 0.01 Mpa (pasiran) – 0.033 Mpa (lempungan).

Sejalan dengan itu Hardjowigeno (1992) menyatakan bahwa usaha pengawetan tanah dan air adalah melindungi tanah dari curahan langsung air hujan, meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, mengurangi run off dan meningkatkan stabilitas agregat tanah.

Termasuk usaha metode vegetatif yaitu : penghijauan kembali area, penanaman dengan rumput untuk makanan ternak, menanam penutup tanah (cover crop), pergiliran tanaman, pemupukan dengan pupuk hijau dan penanaman saluran pembuangan dengan rumput.

Di Indonesia usaha pertanian menetap dilaksanakan di sawah. Pertanaman padi di sawah (Bima, 2008) dibagi menjadi dua kelompok yaitu :

- Sawah tadah hujan, yaitu sumber pengairannya dengan mengharapkan curah hujan dari langit
- Sawah irigasi yang pengairannya bersumber dari saluran air atau sungai yang dikelola dengan baik

Pengairan padi sawah dengan sistem irigasi lebih efisien dibandingkan dengan tadah hujan, karena air dapat tersedia sepanjang waktu selama fase pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan dan produksi tanaman padi dengan sistem irigasi juga lebih baik dari pada sistem tadah hujan. Pada sawah tadah hujan beberapa stadia pertumbuhan mengalami kekurangan air sehingga produksi juga kurang optimal.

Pengaruh Stress Air Pada Tanaman

Laju pertumbuhan sel-sel tanaman dan efisiensi proses fisiologisnya mencapai tingkat yang tertinggi bila sel-sel berada pada turgor yang maksimal. Absorpsi karbondioksida melintasi dinding sel yang lembab dan terbuka ke atmosfer yang penting untuk fotosintesa, berkaitan dengan hilangnya air dari jaringan daun.

Sel tanaman yang telah kehilangan air dan berada pada tekanan turgor yang lebih rendah dari pada nilai maksimumnya, disebut menderita *stres air*. Apabila stres air bertambah dari ringan menjadi sedang, maka proses-proses biokimia lebih dipengaruhi. Biosintesa protein dan klorofil sensitif terhadap stres ringan, sedangkan dibawah tingkat stres sedang tingkat reduktase nitrat, metabolisme hormon tumbuhan dan asimilasi karbondioksida juga terpengaruh. Stres sedang sampai berat dapat memecah metabolisme sel yang serius dengan bertambahnya respirasi, akumulasi prolin dan gula.

Di bawah kondisi stres air, tanaman mampu hidup dengan kemampuan mempertahankan hidup selama periode panjang tanpa hujan (6 bulan), memanfaatkan periode ketersediaan air maksimum untuk melengkapi siklus pertumbuhan setahun tanpa terkena bencana stres air, mentoleransi periode pendek dari stres air pada tahap pertumbuhan yang berbeda dan mampu hidup pada tahun-tahun yang kering (lama musim penghujan sangat kurang).

Pada banyak spesies laju transpirasi stomata dikontrol dengan resistensi terhadap difusi melalui stomata dan lapisan batas. Bertambahnya laju respirasi sel yang menyertai stres air atau temperatur yang tinggi akan menyebabkan tingkat karbondioksida tinggi dalam daun dan penutupan stomata. Penutupan stomata pada daun-daun yang mengalami stres air ini merupakan strategi tanaman dalam pengawetan air dalam jaringan. Dalam kondisi stres air akan terbentuk *asam absisic* yang disintesis dalam kloroplas selama stres air dan menyebabkan penutupan stomata serta menunda pembukaannya. Pada permukaan daun terdapat satu lapisan udara yang relatif tenang, lapisan batas dimana uap harus berdifusi sebelum masuk ke udara yang terbuka, proses ini lebih lambat dari pada aliran massa.

Pengaruh Anoksia pada Akar Tanaman

Apabila tanah tempat tumbuh tanaman tergenang, rantai sitokrom di dalam sel akar akan berhenti berfungsi karena ketiadaan molekul oksigen. Hal ini menyebabkan terjadinya akumulasi NADH_2 dan tertekannya siklus Krebs. Hasil pembentukan asetaldelhid merupakan hasil akhir glikolisis secara anaerobik, merangsang sintesa enzim alkohol dehidrogenase (ADH) yang mengkatalisir transformasi asetaldelhid ke etanol. Karena transformasi ini menghasilkan NADH_2 yang dihasilkan oleh fermentasi, maka reaksi yang terlibat dalam fermentasi dapat terus menghasilkan ATP dan piruvat pada kondisi anaerobik.

Namun ketergantungan pada alur tersebut untuk mensuplai energi mempunyai dua efek balik yang serius. Pertama, produk/hasil akhir fermentasi anaerobik (asetaldelhid, etanol dan asam laktat) yang terakhir terutama dalam biji adalah fitotoksik. Akumulasinya yang cepat di dalam sel tanaman mengakibatkan kekacauan pada organisasi sel dan akhirnya sel akan mati terutama karena kelarutan lipida yang tinggi etanol dapat merusak sel dan membran organel.

Kedua, hasil energi yang berguna pada dua mol ATP setiap mol glukosa lebih rendah dari pada yang dicapai pada respirasi aerobik (38 mol setiap mol glukosa). Akibatnya laju glikolisis harus ditingkatkan lagi jika sel ingin mempertahankan suplai energi mendekati level aerobik. Efek Pasteur ini menyebabkan pemakaian karbohidrat yang tersedia sampai habis secara cepat dan akhirnya akan terjadi kematian akar dan pucuk jika anoksia berlangsung lama.

Kondisi anaerobik tanah menyebabkan perubahan-perubahan dalam keseimbangan substansi pertumbuhan yang dikirim dari akar ke pucuk, kemungkinan sebagai respon terhadap etilen eksogenous dalam tanah. Gejala penggenangan di atas tanah tertentu seperti terhambatnya perpanjangan batang pada spesies yang sensitif. Tanah-tanah basah merupakan lingkungan yang sangat tidak disukai oleh tanaman tingkat tinggi. Akar-akarnya tidak hanya dihadapkan pada ketersediaan oksigen yang sangat rendah dan tingkat CO_2 yang tinggi, tetapi juga terhadap racun anorganik, racun yang berkisaran luas dan tingkat salinitas yang bervariasi di daerah pantai.

Strategi Tanaman untuk Bertoleransi terhadap Genangan

Pada tanah yang mengalami penggenangan secara musiman atau permanen, jika ruang pori tanah seluruhnya terisi oleh air maka oksigen yang terdapat di dalam kantung udara cepat dipergunakan sampai habis oleh tanah dan respirasi akar, dan suplai oksigen selanjutnya dari atmosfer bebas secara efektif dipotong oleh laju difusi oksigen yang sangat rendah melalui air (10^{-4} kali lajunya di udara). Tanah yang tergenang air secara cepat akan menjadi anaerob dan laju respirasi aerobik akan turun ke tingkat yang sangat rendah.

Pada beberapa ciri fisik dan kimia tanah tergenang dapat membatasi pertumbuhan tanaman, kekurangan oksigen adalah masalah utama meskipun bukan yang terpenting, hal ini disebabkan karena beberapa spesies di tanah basah mampu menghindari anoksia (kekurangan oksigen) pada sel-sel akarnya dengan mentransport oksigen dari pucuk ke akar seperti *Spartina alterniflora*, *Nyssa sylvatica*, *Oryza sativa* (tanaman pangan).

Mekanisme masuknya oksigen ke dalam akar melalui difusi yang dimungkinkan dengan adanya ruang udara yang berhubungan dalam korteks (aerenchyma) sebagai bentuk anatomis permanen akar atau pembentukan akar-akar baru akibat penggenangan (contoh: tanaman jagung). Pada tanaman *Pinus contorta*, tumbuh akar-akar gantung (aerial) sehingga lentisel dapat dengan leluasa menyerap O_2 dari udara. Pergerakan O_2 masuk ke dalam stomata, lentisel batang dan aerenchyma akar memungkinkan terjadinya proses oksidasi pada rizosfer di sekitar daerah perakaran. Perkembangan aerenchyma dapat memperbaiki aerasi akar dengan mengurangi jaringan respirasi di akar.

Untuk tanaman padi dan *Eliophorum angustifolium* yang akar-akarnya terendam dalam media anoksia, laju maksimum seluruh respirasi akar dapat dipertahankan pada tekanan O_2 dalam ruang udara (korteks) hingga 0,02 – 0,04 bar (2 - 4 % O_2). Dari penelitian dikemukakan bahwa akibat tekanan oksigen aerenchyma sebesar itu (lebih tinggi) secara umum terjadi dalam akar-akar tanaman pada tanah basah, maka respirasi akar secara normal tidak bisa dibatasi oleh kondisi tanah anaerobik. Beberapa spesies yang tahan genangan mampu terus berespirasi dengan

pemindahan elektron dari rantai respirasi ke akseptor elektron lain seperti Nitrat. Secara keseluruhan, adaptasi metabolisme yang luas terhadap fermentasi pada spesies di daerah basah membuktikan ketidakmampuan akar dalam mempertahankan respirasi aerobik bila tanah tergenang.

Tingkat toleransi pada kultivar jagung terhadap penggenangan berkaitan dengan sifat isoenzim ADH yang ada di akar. Ada satu spesies jagung yang sensitif terhadap penggenangan memperlihatkan puncak aktivitas ADH pada tingkat oksigen sedang (8-13%). Pada tingkat yang lebih rendah, pada 20% dan dalam kondisi anoksik terdapat petunjuk bahwa tingkat ADH dapat memberi respon terhadap faktor-faktor lain termasuk kerapatan akar. Akar-akar padi yang dipotong dapat memperlihatkan bertambahnya level ADH sebagai respon terhadap anoksia tanpa adanya efek pasteur. Penemuan ini disamping hasil lain dari padi, barley dan jagung mendorong peneliti untuk mengemukakan bahwa level piruvat dekarboksilase dapat memberikan indikasi yang lebih baik atas toleransi genangan daripada ADH.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Kelebihan air/ genangan berpengaruh terhadap proses fisiologis dan biokimiawi pada tanaman dan mempengaruhi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.
- Penggunaan air hanya jika diperlukan saja yaitu ketika tanaman membutuhkan air untuk pertumbuhan dan produksi serta kondisi tanah kering hingga kedalaman 15 cm.
- Konservasi tanah dan air dilakukan untuk melindungi tanah dan air salah satunya dengan metode vegetatif yaitu : penghijauan kembali area, penanaman dengan rumput untuk makanan ternak, menanam penutup tanah (cover crop), pergiliran tanaman, pemupukan dengan pupuk hijau dan penanaman saluran pembuangan dengan rumput.

Saran

Pengelolaan pemakaian air, saluran drainase dan permukaan air tanah harus dilakukan dengan baik agar aliran air efisien dan tidak menimbulkan cekaman aerasi/ kelebihan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 2008. Water Logging.
[www.dubbo.nsw.gov.au/repositories/files/Salinity%20\(pg8\).pdf](http://www.dubbo.nsw.gov.au/repositories/files/Salinity%20(pg8).pdf)
- Bima, 2008. Sejarah Pertanian. www.bima.ipb.ac.id_tpb_ipb.materi/pip/kuliah.pdf
- Buckman O. H. dan Brady N. C. 1982. Ilmu Tanah terjemahan Prof. Dr. Soegiman. Bhratara Karya Aksara, Jakarta. Hal. 561-572.
- Don J. McFarlane and David R. Williamson, 2001. Water and rivers commision, 3 plain Street, East Perth, WA 6004. Australia. Agriculture Water Management. www.sciencedirect.com/science/journal/03783774.
- Fitter A.H and Hay R.K.M, (1991). Fisiologi Lingkungan Tanaman. Penerjemah : Andini, S dan Purbayanti, E.D. Gadjah Mada University Press. Jogjakarta.
- FP UGM, 2008. Hubungan Air dan Tanaman. Staf Laboratorium Ilmu Tanaman. www.faperta.ugm.ac.id
- Hardjowigeno, S., 1992. Ilmu Tanah. Cetakan ke tiga. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta. Hal. 163-164
- Heddy S, 1990. Biologi Pertanian. Cetakan ke-2. Rajawali Pers. Jakarta. Hal.118
- [www.iel.ipb.ac.id/Unsur Hara](http://www.iel.ipb.ac.id/Unsur_Hara)
- www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2006/05/southafrica_corn_may06/images/damage_540
- www.vnhydro.net/images/Water_cycle