

PENGELOLAAN KESUBURAN TANAH

by Tanaman Tanaman

Submission date: 09-Apr-2023 09:21AM (UTC+0700)

Submission ID: 2059293336

File name: Kesuburan_Tanah_cover-compressed_hapus_gambar_dan_cover_1-50.pdf (228.53K)

Word count: 9458

Character count: 55907

PENGELOLAAN KESUBURAN TANAH

**MENDUKUNG PELESTARIAN
SUMBERDAYA LAHAN DAN LINGKUNGAN**

**Sanksi pelanggaran Pasal 72
Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002
Tentang Perubahan atas Undang-undang Nomor 12 Tahun 1997
Pasal 44 Tentang Hak Cipta**

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait, sebagaimana dimaksud ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

PENGELOLAAN KESUBURAN TANAH

**MENDUKUNG PELESTARIAN
SUMBERDAYA LAHAN DAN LINGKUNGAN**

Dedik Budianta



**PENGELOLAAN KESUBURAN TANAH
MENDUKUNG PELESTARIAN SUMBERDAYA
LAHAN DAN LINGKUNGAN**
Dedik Budianta

UPT. Penerbit dan Percetakan
Universitas Sriwijaya 2022
Kampus Unsri Palembang
Jalan Srijaya Negara, Bukit Besar Palembang 30139
Telp. 0711-360969
email : unsri.press@yahoo.com, penerbitunsri@gmail.com
website : www.unsri.unsripress.ac.id

Anggota APPTI No. 005.140.1.6.2021
Anggota IKAPI No. 001/SMS/96

xii + 294 halaman : 16 x 24 cm

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Hak Terbit Pada Unsri Press

ISBN : 978-623-399-045-5

Kata Pengantar

Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan buku “Pengelolaan Kesuburan Tanah: untuk mendukung pelestarian sumberdaya lahan dan lingkungan” yang dapat digunakan sebagai referensi untuk mata kuliah Ilmu Kesuburan Tanah atau Pengelolaan kesuburan tanah lanjut pada Program Sarjana maupun Pasca Sarjana Unsri maupun perguruan tinggi lainnya. Pada revisi buku ini penulis menambahkan satu sub bab pada BAB IV Pengelolaan Lahan Rawa Pasang Surut yaitu tentang penanaman sorgum pada tanah pasang surut dengan pemanfaatan sumberdaya lokal (kotoran ayam, kotoran sapi dan vermikompos) yang merupakan hasil penelitian unggulan profesi tahun 2021 yang dibiayai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2021 No. SP DIPA-023.17.2.677515/2021, tanggal 23 November 2020 Sesuai dengan SK Rektor No: 0014/UN9/SK.LP2M.PT/2021 Tanggal 25 Mei 2021. Penambahan sub bab ini dirasa sangat penting untuk menambah informasi/ilmu kepada pembaca atau mahasiswa atau peneliti tentang pengelolaan kesuburan tanah di lahan pasang surut.

Informasi pengelolaan kesuburan tanah ini masih sangat diperlukan baik oleh petani, mahasiswa pertanian, peneliti maupun praktisi dibidang pertanian maupun perkebunan. Untuk mendapatkan pustaka yang berbahasa Indonesia tentang unsur hara ataupun pengelolaan kesuburan tanah masih sangat sedikit, sehingga mahasiswa yang sedang mengambil matakuliah kesuburan tanah ataupun mahasiswa yang sedang mengambil penelitian tentang pengelolaan kesuburan tanah sangat kesulitan untuk mendapatkan

bahan pustaka tersebut. Lebih-lebih pustaka tentang pengelolaan unsur hara yang berkaitan dengan pelestarian sumberdaya lahan dan lingkungan. Mudah-mudahan buku ini dapat memenuhi kebutuhan buku referensi untuk para mahasiswa, peneliti maupun pengajar yang sedang membahas tentang pengelolaan kesuburan tanah.

Dengan selesainya buku ini, penulis menghaturkan terima kasih kepada kawan-kawan sejawat serta mahasiswa saya yang telah menyampaikan kritik dan saran untuk perbaikan penulisan buku berikutnya.

Januari 2022

Penulis

Daftar Isi

	Halaman
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xii
I Pendahuluan	1
1.1. Pentingnya Unsur Hara Untuk Tanaman	9
1.2. Hubungan Jenis Tanah Dengan Unsur Hara	14
1.3. Hubungan Unsur Hara Dengan Kesehatan Tanaman	17
1.4. Hubungan Unsur Hara Dengan Produksi Tanaman	23
II Unsur hara Yang Dibutuhkan Tanaman	27
2.1. Pengertian Unsur Hara	27
2.2. Sumber Unsur Hara	31
2.3. Mekanisme Penyerapan Unsur Hara Dalam Tanah	35
2.4. Peranan dan Fungsi Unsur Hara	37
2.5. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Ketersediaan Unsur Hara	69
2.6. Cara-cara Penentuan Kebutuhan Unsur Hara Untuk Tanaman	80
III Pengelolaan Tanah Masam	91
3.1. Pengertian Tanah Masam	91
3.2. Kendala Tanah Masam	101
3.3. Mengatasi Kendala Tanah Masam	111
IV Pengelolaan Lahan Pasang Surut	125
4.1. Pengertian Lahan Rawa Pasang Surut	125
4.2. Kendala Tanah Rawa Pasang Surut	127
4.3. Cara Mengatasi Tanah Sulfat Masam	132
4.4. Evaluasi Lahan Sulfat Masam	140
4.5. Kondisi Biologi Tanah Pasang Surut	149
4.6. Pertumbuhan Tanaman Sorghum di Lahan Pasang Surut	160
V Pengelolaan Tanah Basa atau Alkalis	167
5.1. Pengertian Tanah Basa	167
5.2. Kendala Tanah Basa	172

	5.3. Mengatasi Kendala Tanah Basa	173
VI	Pengapuran	181
	6.1. Pengertian Kapur Pertanian	181
	6.2. Tujuan Pemberian Kapur	183
	6.3. Bentuk-bentuk Kapur Pertanian	184
	6.4. Metode Pemberian Kapur	185
	6.5. Status Kapur Dalam Tanah	189
	6.6. Manfaat Kapur Terhadap Sifat Kimia Tanah	190
	6.7. Manfaat Pengapuran Terhadap Sifat Fisika Tanah	193
	6.8. Manfaat Pengapuran Terhadap Sifat Biologi Tanah	196
VII	Pengelolaan Bahan Organik	199
	7.1. Pengertian Bahan Organik Tanah	199
	7.2. Peran Bahan Organik bagi Kesuburan Tanah	206
	7.3. Peranan Bahan Organik Dalam Pelapukan Batuan dan Mineral	218
	7.4. Peranan Bahan Organik Dalam Pembentukan Horison Tanah	225
	7.5. Peranan Bahan Organik Dalam Agregasi Tanah	229
	7.6. Kandungan Humat dan Fulvat Dalam Bahan Organik	233
	7.7. Pemilihan Bahan Organik Tanah Sebagai Amelioran	240
	7.8. Praktek Penerapan Bahan Organik	242
	7.9. Pengaruh Curah Hujan Terhadap Bahan organik	245
	7.10. Bahan Organik Sebagai Penentu Kualitas dan Kesehatan Tanah	246
VIII	Evaluasi Kesuburan Tanah	253
	8.1. Diagnosis Gejala Kekahatan Unsur Hara	254
	8.2. Analisis Jaringan Tanaman	257
	8.3. Analisis Tanah	258
	8.4. Uji Biologis	259
	Daftar Pustaka	267
	Istilah-istilah dalam kesuburan tanah	279

Daftar Tabel

	Halaman
Tabel 1.1. Kisaran Umum Konsentrasi Logam berat Pada Pupuk Anorganik dan Organik	19
Tabel 1.2. Rerata Kandungan Logam Berat Pb dalam Tanah Sawah Intensifikasi Tugumulyo	21
Tabel 1.3. Kandungan Kadmium (Cd) Pada Lahan Sawah Intensifikasi Belitang	21
Tabel 1.4. DosisPupuk P Terhadap Hasil Panen Padi Gogo (Gabah Kering Giling)	25
Tabel 2.1. Rerata Kadar Hara Dalam Tanaman	29
Tabel 2.2. Unsur Hara Esensial, Bentuk Yang Diserap dan Fungsinya Dalam Tanaman	30
Tabel 2.3. Unsur Hara Makro dan Mikro Yang Dibutuhkan Tanaman Untuk Pertumbuhannya	32
Tabel 2.4. Pengaruh Kemasaman Terhadap Beberapa Reaksi Dalam Tanah	72
Tabel 2.5. Beberapa Reaksi Oksidasi dan Reduksi Yang Penting Dalam Tanah	73
Tabel 2.6. Estimasi Jumlah Hara Yang Disuplai Oleh Tiga Mekanisme Kepada Akar Jagung Yang Tumbuh Dalam Tanah Lempung Debu Yang Dipupuk Dosis Tinggi dan pH Tanah 6,8	74
Tabel 2.7. Dosis Pupuk Untuk Kakao Berdasarkan Produktifitasnya (PTP XXIII)	83
Tabel 2.8. Dosis Pupuk Untuk Kopi Berdasarkan Produktifitasnya (PTP XXIII)	84
Tabel 4.1. Hasil analisis tanah sulfat masam di Karang Agung Sumatera Selatan	134
Tabel 4.2. Penggunaan Lahan Pertanian di Sekitar Mulia Sari dan Banyu Urip	141
Tabel 4.3. Kemasman Tanah (pH tanah), H ⁺ and Al ³⁺ dapat tertukar	146
Tabel 4.4. Kadar C-organik, Kapasitas Tukar Kation and Kandungan Pirit	148
Tabel 4.5. Beberapa Kation basa Natrium, Calsium	149

	and Magnesium yang dapat dipertukarkan	
Tabel 4.6.	Kandungan N, P and K pada lahan pasang surut	149
Tabel 4.7.	Isolat bakteri pelarut fosfat yang diperoleh dari tipologi lahan A, B, C, dan D	153
Tabel 4.8.	Hasil Identifikasi bakteri pelarut fosfat	155
Tabel 4.9.	Isolat bakteri pemfiksasi nitrogen yang diperoleh dari tipologi lahan A, B, C, dan D	158
Tabel 4.10	Pengaruh pemberian pupuk kotoran ayam dan kapur terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorghum	162
Tabel 4.11	Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan kapur terhadap hasil tanaman sorgum (ton/ha) dan serapan N, P dan K	163
Tabel 4.12	Pengaruh pemberian vermikompos dan kapur terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum	164
Tabel 4.13	Pengaruh pemberian vermikompos dan kapur terhadap hasil tanaman sorgum (ton/ha) dan serapan N, P dan K	164
Tabel 4.14	Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan kapur terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum	166
Tabel 4.15	Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan kapur terhadap hasil tanaman sorgum (ton/ha) dan serapan N, P dan K	166
Tabel 5.1.	Daftar Tanaman Yang Memiliki Toleransi Terhadap Salinitas	177
Tabel 6.1.	Nilai Netralisasi Beberapa Bahan Kapur Yang Umum Dipakai	185
Tabel 6.2.	Kebutuhan Kapur Berdasarkan Pengukuran pH Dengan Buffer Solution	187
Tabel 6.3.	Pengaruh Pemberian Kapur dan Pupuk Hijau Terhadap Kandungan Hada Dalam Tanaman Kedelai	191
Tabel 6.4.	Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Kemantapan Agregat Tanah (%)	194
Tabel 6.5.	Pengaruh Kadar Kapur Terhadap	195

	Permeabilitas Tanah (Cm/jam)	
Tabel 6.6.	Daya Tumpu Tanah (kg/cm^3) Pada penambahan 5 % Kapur Tanah	195
Tabel 7.1.	Komposisi Kimia Bahan Tanaman Sebagai Sumber Bahan Organik Yang Akan Diberikan Ke dalam Tanah	207
Tabel 7.2.	Biomassa Cacing Tanah Pada beberapa Kondisi Lahan	221
Tabel 8.1.	Deskripsi Umum Kenampakan Gejala-gejala Kekahatan Hara Dari Sejumlah Hara	256
Tabel 8.2.	Contoh Ekstrak Untuk Penetapan Total Hara	259
Tabel 8.3.	Contoh Ekstrak Untuk Penetapan Ketersediaan hara	260
Tabel 8.4.	Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah Pasir	263
Tabel 8.5.	Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Terhadap Kerapatan dan Distribusi Pori Tanah	264

Daftar Gambar

	Halaman
Gambar 1.1. Arah Hubungan Antara Tanaman, Tanah dan Iklim	12
Gambar 2.1. Siklus Unsur Hara Nitrogen	39
Gambar 2.2. Ketersediaan Unsur Hara Berdasarkan pH tanah	78
Gambar 4.1. Hasil isolasi dan skrining bakteri pelarut fosfat	154
Gambar 4.2. Hasil isolasi dan skrining bakteri pelarut fosfat dari lahan pasang surut Tipologi lahan A, B, C dan D	155
Gambar 4.3. Hasil isolasi dan skrining bakteri pemfiksasi nitrogen	157
Gambar 4.4. Hasil pemurnian isolat bakteri pemfiksasi nitrogen	159
Gambar 7.1. Peranan Bahan Organik Dalam Translokasi Ion Logam	227
Gambar 7.2. Peranan Bahan Organik Dalam Pembentukan 2 Tipe Tanah "climax"	228
Gambar 7.3. Beberapa Peranan Bahan organik Dalam Agregat Tanah	233
Gambar 7.4. Skematis Sinkronisasi Saat Ketersediaan hara dan hasil Mineralisasi Dengan Saat Tanaman Membutuhkannya Pada Berbagai Macam Masukan Bahan Organik (a) Kualitas Tinggi, (b) Kuliatas Rendah, (c) Campuran Kualitas Tinggi dan Rendah, dan (d) Tanpa Masukan Bahan Seresah	242

BAB I

PENDAHULUAN

Tanah merupakan salah satu komponen penyusun lahan yang sangat diperlukan untuk media tumbuh tanaman, sehingga tanah sangat penting diperhatikan dan dikelola untuk pertumbuhan dan produksi pangan. Berkaitan dengan itu, tanah juga sebagai tempat hidup semua organisme mulai dari organisme tingkat rendah (mikrobia) sampai organisme tingkat tinggi (tanaman). Sebagai tempat hidup organisme, tanah mempunyai peranan utama untuk penopang salah satu faktor penting pertumbuhan dan perkembangan tanaman yaitu pemasok unsur hara atau makanan. Dengan demikian tanah yang subur artinya tanah yang kaya unsur hara yang akan memberikan produksi tanaman yang tinggi. Secara alami tanah dapat memasok kebutuhan hara yang dibutuhkan tanaman untuk kehidupannya, tetapi hara yang ada dalam tanah semakin berkurang jumlahnya akibat diserap terus menerus oleh tanaman ataupun hilang terbawa hasil panen atau hilang bersama air limpasan akibat curah hujan yang tinggi sehingga unsur hara tersebut harus ditambah dari luar melalui pengelolaan hara dalam tanah atau pengelolaan kesuburan tanah. Secara harfiah kesuburan tanah adalah kemampuan suatu tanah sebagai media tumbuh tanaman untuk menghasilkan produk tanaman yang diinginkan pada lingkungan tempat tumbuh tertentu dan terbatas. Produk tanaman yang dihasilkan dapat berupa buah, biji, daun, bunga, umbi, akar, getah, kayu, serat dan lain sebagainya. Sedangkan

Notohadiprawiro dkk (1984) mentakrifkan kesuburan tanah adalah mutu tanah untuk berocok tanam,yang ditentukan oleh interaksi sejumlah sifat fisika, kimia dan biologi bagian tubuh tanah yang menjadi habitat akar-akar aktif tanaman. Lebih lanjut mereka menyebutkan bahwa ada akar yang berfungsi menyerap air dan larutan hara, dan ada yang berfungsi sebagai penjangkar tanaman. Kesuburan habitat akar dapat bersifat hakiki dari bagian tubuh tanah yang bersangkutan, dan/atau imbas oleh keadaan bagian lain tubuh tanah dan/atau diciptakan oleh pengaruh anasir lain dari lahan, yaitu bentuk muka lahan, iklim dan musim. Karena bukan sifat tanah yang dipentingkan melainkan mutu maka kesuburan tanah tidak dapat diukur atau diamati, akan tetapi hanya dapat ditaksir secara langsung berdasarkan keadaan tanaman yang teramati dan gejala yang dimunculkan dari hasil kinerja tanaman yang hidup di atas tanah. Hanya dengan cara penaksiran yang pertama dapat diketahui sebab-sebab yang menentukan dan mempengaruhi kesuburan tanah. Dengan cara penaksiran kedua hanya dapat diungkapkan tanggapan tanaman terhadap keadaan tanah yang dihadapi. Secara dini status kesuburan tanah dapat dilihat dari gejala-gejala tumbuh yang diperlihatkan secara fisik oleh tanaman yang bersangkutan seperti pertumbuhannya kerdil, bentuk roset, daun kecil-kecil, daun menggulung, daun seperti terbakar dan lain-lain. Sedangkan untuk menelusuri lebih lanjut mengenai status kesuburan tanah dapat diketahui melalui analisis tanah dan daun/jaringan tanaman, sehingga dapat diketahui kecukupan hara dalam tanah dan tanaman. Menurut Foth dan Ellis (1997), kesuburan tanah adalah sebagai status suatu tanah yang menunjukkan

kapasitas untuk memasok unsur-unsur utama dalam jumlah yang mencukupi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman tanpa adanya konsentrasi meracun dari unsur manapun. Pengertian tersebut menunjukkan bahwa tanah yang subur mempunyai kemampuan memasok unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang kepada tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan sehat (karena tidak ada unsur hara yang meracun) dan dapat berproduksi sesuai dengan potensinya.

Tanah memiliki kesuburan yang berbeda-beda tergantung sejumlah faktor pembentuk tanah yang merajai di lokasi tersebut, yaitu bahan induk, iklim, relief, organisme, atau waktu. Tanah sebagai media tumbuh tanaman merupakan fokus utama dalam pembahasan pengelolaan kesuburan tanah, sedangkan kinerja tanaman merupakan indikator utama mutu kesuburan tanah tersebut. Dengan demikian kesuburan tanah tidak terlepas dari keseimbangan sifat biologi, fisika dan kimia tanah. Ketiga sifat tanah tersebut saling berinteraksi dan sangat menentukan tingkat kesuburan tanah pertanian. Tanpa disadari selama ini sebagian besar petani di Indonesia hanya mementingkan kesuburan tanah yang bersifat kimia saja yaitu perbaikan mutu tanah dengan pemberian pupuk baik pupuk organik berupa kompos, pupuk hijau atau pupuk kandang atau pupuk anorganik seperti Urea, TSP, KCl dan NPK dan sebagainya secara terus menerus dengan dosis yang tidak spesifik lokasi, sehingga terkadang terjadi kelebihan hara di satu tempat tetapi kekurangan hara di tempat lain, tanpa memperhatikan sifat fisik tanah ataupun biologi tanah. Tanpa disadari juga pemakaian pupuk anorganik yang tidak tepat (tepat dosis, waktu, cara) dapat

menyebabkan pencemaran sumberdaya lahan dan lingkungan. Selain itu pemakaian pupuk anorganik yang terus menerus dapat menyebabkan akumulasi logam berat misal kadmium atau timbal dalam tanah yang membahayakan kesehatan hewan dan manusia. Sehingga pemupukan harus dilakukan secara arif dan spesifik lokasi untuk meminimalisasi dampak negatif yang ditimbulkan. Petani belum banyak yang memahami bagaimana melakukan pengelolaan kesuburan fisika dalam usahatani. Kesuburan fisika seperti perbaikan struktur tanah, pengolahan tanah yang baik, perbaikan respirasi tanah, perbaikan agregat tanah akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Keadaan fisika tanah ini luput dari perhatian petani, walaupun tanpa disadari petani juga sudah melakukannya dalam setiap usaha taninya, tetapi bukan untuk perbaikan kesuburan fisika tanah melainkan perbaikan kimia tanah untuk menambah unsur hara. Misalnya pemakaian kompos atau bahan organik atau pupuk hijau ke dalam tanah, terlebih dahulu dapat memperbaiki kesuburan fisika tanah seperti perbaikan struktur tanah (tanah yang mampat menjadi lebih sarang atau tanah yang porus menjadi lebih baik strukturnya karena agregat akan terbentuk), perbaikan kelembaban tanah karena bahan organik mampu mengikat atau menahan air yang lama, bahan organik dapat memperbaiki permeabilitas dan respirasi tanah dll. Setelah itu akan terjadi penguraian bahan organik lebih lanjut dengan melepaskan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Sedangkan kesuburan biologi tanah dimaksudkan untuk meningkatkan kehidupan jasad renik dalam tanah. Hal ini sebenarnya juga telah dilakukan oleh petani yang pada awalnya hanya dimaksudkan untuk

memperbaiki kesuburan kimia tanah. Misalnya pemberian bahan organik dan sejenisnya dalam tanah dapat menarik perhatian hadirnya jasad-jasad hidup baik mikro maupun meso mendekati bahan organik tanah tersebut. Karena bahan organik sebagai sumber makanan jasad-jasad hidup tanah tersebut, sehingga bahan organik dapat dikatakan sebagai pembangkit jasad hidup tanah (*soil regeneration*). Dalam kondisi lapangan, adanya ongkongan bahan organik di suatu tempat maka di dalamnya akan terdapat jasad-jasad hidup tanah baik mikro maupun meso dalam tanah dan jasad-jasad tersebut selanjutnya sangat bermanfaat sebagai pengurai bahan organik itu sendiri dan akhirnya akan terjadi pelepasan berbagai unsur hara ke dalam tanah.

Dalam pertanian modern yang bersifat ekstraktif dan intensif, kesuburan tanah merupakan bagian agrosistem yang bersifat dinamis (Price, 2006) yang dapat berubah menurun atau meningkat yang terjadi secara alami ataupun akibat aktifitas manusia. Penurunan kesuburan tanah dapat berupa berkurangnya konsentrasi hara yang tersedia, penurunan kandungan bahan organik, kapasitas tukar kation, dan perubahan pH, atau yang sering disebut sebagai penurunan kesuburan kimiawi (Hartemink, 2006). Penurunan tersebut dapat terjadi karena beberapa hal, antara lain: (i) pemiskinan hara, (ii) penambangan hara, (iii) pengasaman tanah, (iv) kehilangan bahan organik, dan (v) peningkatan kadar unsur-unsur beracun (seperti melimpahnya logam-logam amfoter (Al, Mn dan Fe) dalam tanah). Penurunan kesuburan tanah secara alami dapat terjadi misalnya melalui erosi tanah oleh air limpasan (*run off*) yang menyebabkan hilangnya lapisan tanah bagian atas (*arable layer*) yang relatif subur

dan meninggalkan lapisan permukaan tanah baru yang kurang subur atau tidak subur. Penurunan kesuburan tanah akibat aktifitas manusia, misalnya eksploitasi hara tanah melalui pemanenan seluruh bagian tanaman tanpa pasokan hara yang memadai (atau tanpa pengembalian biomassa ke dalam tanah) dan pengolahan tanah yang berlebihan yang menyebabkan kehilangan bahan organik tanah, sehingga tidak mampu mengikat hara. Sedangkan peningkatan kesuburan tanah secara alami terjadi misalnya akibat penambahan bahan-bahan erupsi gunung berapi yang membawa mineral hara seperti sulfur, penambahan N oleh jasad mikro bebas dalam tanah yang bersimbiosis dengan tanaman leguminosa. Selain itu peningkatan kesuburan tanah juga dapat terjadi akibat pemberian bahan-bahan yang mengandung unsur hara seperti pupuk buatan, pupuk kandang, pupuk hijau dari tanaman legum atau kombinasi dari semua itu (Hartemink, 2006).

Pemupukan akan efektif jika pupuk yang ditebarkan dapat menambah atau melengkapi unsur hara yang secara *in situ* telah tersedia dalam tanah. Karena hanya bersifat menambah atau melengkapi unsur hara, maka sebelum digunakan harus diketahui gambaran keadaan tanahnya, khususnya kemampuan awal tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Dalam mendukung kehidupan tanaman, tanah memiliki empat fungsi utama yaitu (1) memberi atau memasok unsur hara dan sebagai media perakaran, (2) menyediakan air dan sebagai tempat penampung air, (3) menyediakan udara untuk respirasi akar dan fauna tanah, dan (4) sebagai media tumbuh tanaman. Tidak adanya hambatan interaksi ketiga sifat-sifat tanah (fisika, kimia dan biologi tanah) akan memberikan kesuburan tanah

yang baik dan ideal. Apabila salah satu sifat tanah terkendala, maka kesuburan tanah yang diperlihatkanpun akan mengalami ketidakseimbangan akibatnya akan ditunjukkan oleh kinerja pertumbuhan tanaman yang tidak sempurna dan akhirnya produk tanaman yang diharapkan tidak akan terwujud dengan kata lain terjadi kegagalan panen. Untuk itulah diperlukan pengelolaan kesuburan tanah yang tepat untuk menjadikan unsur hara yang ada dalam tanah atau ditambahkan akan tersedia secara keberlanjutan dan mudah diserap oleh tanaman untuk proses biokimia dalam tubuh tanaman tanpa mencemari sumberdaya lahan dan lingkungan. Artinya pemberian hara ke dalam tanah sebenarnya hanya bila diperlukan saja atau hanya bila tanaman kelihatan lapar. Untuk itu diperlukan pengetahuan bagaimana mengidentifikasi tanaman lapar sehingga dengan cepat dan tepat menambahkan zat makan yang hanya diperlukan saja sehingga yang tidak diperlukan tidak harus ditambahkan untuk menekan adanya pencemaran sumberdaya lahan dan lingkungan. Keterlambatan identifikasi kelaparan hara oleh tanaman menyebabkan tanaman tidak mau atau lambat merespon hara yang diberikan sehingga tanaman dapat mengalami kematian yang sebelumnya ditunjukkan oleh ketidakmauan merespon terhadap hara yang ditambahkan.

Ada dua pengertian kesuburan tanah yang harus dibedakan jelas dan harus dipahami oleh para pelaku pertanian dan/atau perkebunan, Yang pertama ialah kesuburan tanah aktual, yaitu kesuburan tanah hakiki (asli, alamiah). Yang kedua adalah kesuburan tanah potensial, yaitu kesuburan tanah maksimum yang dapat dicapai dengan intervensi teknologi yang mengoptimumkan semua faktor.

Seberapa banyak intervensi teknologi yang layak diterapkan tergantung pada (1) imbalan antara tambahan hasil panen atau nilai tambah komoditas yang diharapkan akan dapat dihasilkan, dan tambahan biaya produksi yang harus dikeluarkan, (2) kemampuan masyarakat membiayai intervensi tersebut, dan (3) ketrampilan teknik masyarakat menerapkan intervensi tersebut secara sinambung. Ketiga faktor pertimbangan itu saling pengaruh mempengaruhi. Meskipun menurut pertimbangan pertama intervensi yang direncanakan dapat diterima, namun rencana itu menjadi tidak layak kalau masyarakat tidak mampu membiayainya dan/atau tidak berketerampilan teknik untuk melaksanakannya (Notohadipraiwro dkk, 1984). Namun demikian dalam pengelolaan kesuburan tanah pada hakekatnya mengelola unsur hara baik yang ada dalam tanah maupun unsur hara yang berupa masukan atau input produksi yang sengaja ditambahkan untuk memanipulasi kesuburan tanah agar dapat mendukung untuk pertumbuhan tanaan. Perlu diperhatikan terutama di negara-negara tropika basah dimana curah hujan sangat tinggi sangat mempengaruhi kesuburan tanah. Karena curah hujan yang tinggi akan melindi unsur-unsur hara dari lapisan olah tanah (*arable layer*) yang umumnya relatif subur dan tempat berjangkarnya akar tanaman yang menyisakan logam-logam aluminium, besi dan mangaan yang mana logam-logam tersebut merupakan logam amfoter yang merupakan faktor pembatas untuk pertumbuhan tanaman. Curah hujan juga akan mempercepat pelapukan mineral tanah dan menghasilkan mineralogi klei (*clay*) yang dirajai oleh kandit dan mineral seskuioksida seperti gibsit (Conyers, 1986). Gibsit sebagai sumber aluminium yang dapat larut

dan terhidrolisis menghasilkan ion hidrogen yang akhirnya menyebabkan pH masam. Semakin banyak ion hidrogen yang dilepaskan, pH tanah semakin masam dan pertumbuhan tanaman akan terhambat karena hampir semua unsur hara tidak tersedia pada kondisi masam.

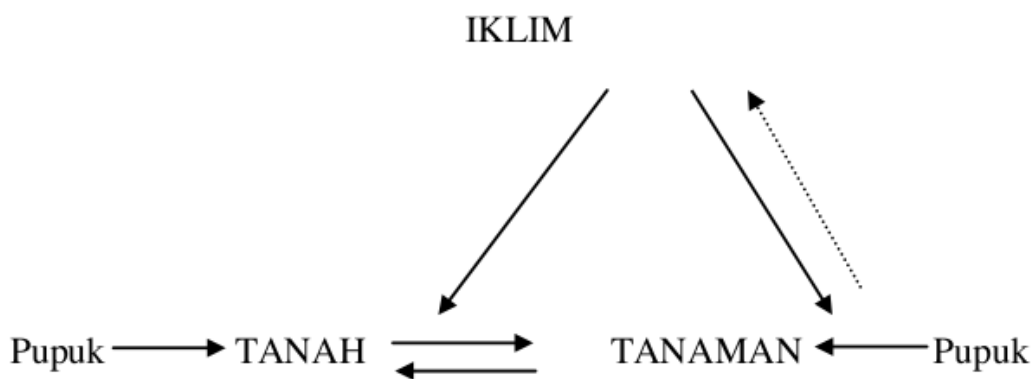
1.1. Pentingnya Unsur Hara Untuk Tanaman

Seperti halnya makhluk hidup lainnya, tanaman juga memerlukan makanan atau zat atau unsur hara untuk hidup dan berkembang serta untuk memproduksi sesuai dengan yang diharapkan misalnya untuk menghasilkan biji, buah, serat, bahan segar, bunga, kayu, getah dan sebagainya. Dengan demikian dalam kegiatan pertanian intensif dimana hasilnya harus cepat diperoleh dengan produksi yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan manusia yang cenderung terus meningkat, pemberian hara dalam bentuk pupuk dalam jumlah yang cukup dan seimbang merupakan salah satu bagian yang tidak dapat ditinggalkan. Selain itu pada pertanian modern dengan teknologi molekuler yang tinggi telah ditemukannya kultivar-kultivar baru, tanaman tersebut harus cepat dan tepat dalam pemberian makanan, tanaman-tanaman tersebut sangat sensitif terhadap perubahan hara dalam tanah atau dengan perkataan lain kultivar-kultivar baru yang mempunyai kemampuan produksi yang tinggi, sangat memerlukan kondisi yang prima dalam tanah, tanaman tersebut tidak mau tumbuh dalam kondisi tercekam terutama tercekam hara yang diperlukan untuk tumbuhnya. Berbeda dengan pertanian tradisional dengan jumlah penduduk yang masih sedikit, tanah yang

masih luas tersedia, kebutuhan makanan tanaman dapat diperoleh dengan mudah tanpa menanam yang terlalu banyak dan didukung oleh areal untuk bercocok tanam masih sangat luas. Terkadang pada pertanaman ladang berpindah petani tidak perlu menambah pupuk dari luar karena tanah masih mencukupi kebutuhannya sendiri. Namun dengan perkembangan sains dan teknologi serta jumlah penduduk yang terus meningkat, kebutuhan makanan menjadi target utama yang harus segera disediakan. Kelambanan atau kegagalan dalam penyediaan bahan pangan dapat mempengaruhi kondisi politik suatu negara dan menyebabkan ketidak tentraman manusia. Selain itu, dengan ditemukannya jenis klon atau varitas tanaman unggul memerlukan perhatian yang lebih serius serta perlu perlakuan agronomik yang tepat yang mengakibatkan tanaman sangat intensif dan rakus dalam menyerap unsur hara. Di lain pihak, persediaan unsur hara di dalam tanah sudah tidak dapat mengimbangi laju penyerapan oleh tanaman dan ada persaingan lain dengan jasad hidup dalam tanah ataupun persaingan dengan kation/anion penjerap hara oleh partikel tanah. Dengan demikian agar produksi tanaman dapat dicapai maksimal, diperlukan suplemen unsur hara dari luar dalam bentuk pupuk, walaupun secara alami unsur hara sudah ada di dalam tanah tetapi tidak mencukupi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Ketidacukupan unsur hara dalam tanah akan mengakibatkan tanaman tidak mampu memproduksi secara maksimal atau bahkan tanaman tidak dapat menyelesaikan daur hidupnya atau tanaman akan merana dan akhirnya mati.

Tanah dan iklim yang merupakan faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi tempat tumbuh tanaman mempunyai hubungan timbal balik yang sangat erat dengan tanaman. Tanah selain sebagai tempat berpijaknya akar tanaman sekaligus juga sebagai pemasok unsur hara yang diperlukan tanaman, juga sebagai tempat hidup untuk berbagai jasad dalam tanah seperti cacing tanah, bakteri dan fungi dan juga sebagai tempat terjadinya reaksi fisik kimia tanah dan juga sebagai tempat terjadinya reaksi fisik kimia tanah. Sebaliknya sisa-sisa tanaman (guguran daun, cabang dan ranting) merupakan bahan yang dapat memperkaya unsur hara tanah setelah didekomposisi oleh jasad tanah atau mikroba tanah. Hubungan antara tanaman dan iklim lebih cenderung ke hubungan yang searah, yaitu kondisi iklim mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Akan tetapi dalam skala mikro, dalam batas-batas tertentu kondisi tanaman dapat berpengaruh terhadap keadaan iklim mikro, seperti pembukaan lahan yang serempak dan bersih dapat menyebabkan naiknya suhu tanah. Antara tanah dan iklim hanya terdapat hubungan yang searah, yaitu kondisi iklim berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah. Karena hubungan yang demikian, sering sifat-sifat tanah diprediksi dari keadaan iklim. Gambaran hubungan antara tanaman, tanah dan iklim dapat dilihat pada Gambar 1.1. Memperhatikan arah panah yang ditunjukkan oleh skema tersebut dapat dilihat faktor mana yang dapat dimanipulasi atau dikelola sehingga kesuburan tanah dapat menjadi lebih baik dan cocok untuk pertumbuhan tanaman. Dengan demikian kegagalan panen dapat dihindari secara dini melalui pengelolaan tanah tersebut. Kegiatan ini dapat merupakan kegiatan pengelolaan kesuburan tanah

baik kesuburan kimiawi, fisika dan kesuburan biologi tanah. Pengelolaan kesuburan tanah yang tepat dapat mendukung pelestarian sumberdaya lahan dan pelestarian lingkungan. Artinya tidak terjadi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh kelimpahan hara di badan perairan (eutrofikasi) maupun dampak negatif lain yang diakibatkan oleh senyawa kimia yang dikeluarkan oleh pupuk-pupuk kimia yang diberikan dalam tanah.



Gambar 1.1. Arah hubungan antara tanaman, tanah dan iklim

Berdasarkan hubungan antara tanaman dan tanah tersebut juga dapat diketahui faktor-faktor pembatas pertumbuhan/produktivitas tanaman yang berasal dari tanah yang dapat berupa sifat kimia, fisika maupun biologi. Apabila faktor-faktor pembatasnya adalah kurang tersedianya unsur hara, pemupukan merupakan penyelesaian yang paling tepat dan cepat. Pemupukan dapat dilakukan lewat tanah atau langsung ke tanaman lewat daun atau dapat diinjeksikan ke batang tanaman. Antara tanah dan iklim terdapat hubungan yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap tanaman. Kondisi iklim sangat

menentukan keberadaan unsur hara di dalam tanah, baik unsur yang berasal dari pupuk maupun yang bukan berasal dari pupuk. Keberadaan unsur hara di dalam tanah ini mempengaruhi jumlah penyerapannya oleh tanaman.

Iklim dapat berpengaruh langsung terhadap tanaman dalam hal penyerapan unsur hara. Pengaruh dari iklim dapat melalui air, suhu, kelembaban, dan penyinaran matahari. Perubahan atas faktor-faktor tersebut akan sangat berpengaruh terhadap kecepatan dan jumlah unsur hara yang diserap tanaman. Apabila penyerapan unsur hara oleh tanaman terganggu atau tidak sampainya unsur hara ke tempat yang semestinya (daun sebagai tempat asimilasi) maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman juga akan terganggu dengan ditunjukkan oleh pertumbuhan tanaman yang tidak normal (pendek, kerdil, kurus, lemas, dan lain-lain), atau terdapat gejala kekahatan unsur hara (misal: tanaman klorosis, terdapat bercak-bercak merah atau ungu, mati pucuk, roset, dan lain-lain). Gangguan penyerapan unsur hara dapat ditunjukkan oleh eksterimnya kondisi tanah misalnya terlalu masam, terlalu basa/alkalis, terlalu salin atau terdapatnya unsur antagonis terhadap unsur hara utama yang diperlukan, adanya gangguan fisik perakaran dan sebagainya.

Dengan demikian unsur hara sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan setiap tanaman. Kekurangan salah satu unsur hara, tanaman akan menunjukkan kelainan pertumbuhannya atau bahkan tanaman akan mati sebelum waktunya. Untuk itu kehadiran unsur hara dalam jumlah tertentu sangat mutlak diperlukan, kalau terdapat faktor-faktor pembatas untuk menyediakan

unsur hara dalam tanah, harus dihilangkan atau diminimalkan sehingga ketersediaan unsur hara dapat diserap tanaman untuk pertumbuhannya.

1.2. Hubungan Jenis Tanah dengan Unsur Hara

Dari sejumlah unsur hara yang berasal dari pupuk yang diberikan ke tanaman melalui tanah, tidak semuanya dapat diserap oleh tanaman. Sebagian dari pupuk tersebut tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman disebabkan oleh beberapa hal, antara lain pencucian keluar jangkauan perakaran, erosi, menguap, disemat oleh partikel tanah, immobilisasi oleh jasad renik dan khusus untuk nitrogen mengalami proses denitrifikasi seperti yang terjadi pada tanah-tanah sawah yang tergenang atau tanah-tanah rawa untuk pertanian.

Pencucian unsur hara dapat terjadi secara intensif pada daerah bercurah hujan tinggi dengan tekstur pasiran yang bersifat porous (misal tanah-tanah entisol = USDA atau Regosol = FAO)). Senyawa yang sangat mudah mengalami pencucian adalah NO_3^- (nitrat) serta molekul urea, karena tidak terjerap oleh koloid tanah. Kecepatan menurunnya nitrat dan urea ini kurang lebih sama dengan kecepatan menurunnya air, sehingga senyawa nitrogen ini juga cepat hilang bersama air irigasi. Gejala-gejala hilangnya senyawa nitrat dan urea ini dapat dilihat pada tanah-tanah sawah di tanah regosol di daerah Klaten, Jawa Tengah atau daerah Sleman, Yogyakarta. Sebaliknya senyawa fosfat hanya sedikit mengalami pencucian, dan itupun hanya terjadi pada pemupukan P dosis tinggi. Ion-ion fosfat banyak dijerap oleh logam-logam amfoter seperti aluminium, besi dan mangan pada

tanah-tanah masam (misalnya Utisol, Oxisol, Andisol dan Alfisol), dan oleh kalsium ataupun magnesium pada tanah-tanah basa atau alkalis (misal: Vertisol dan Mollisol), sehingga fosfat menjadi tidak tersedia untuk tanaman. Gejala-gejala rendahnya ketersediaan P dapat dilihat pada tanah-tanah Podsolik Merah Kuning (Ultisol) di Sumatera, Kalimantan atau Irian Jaya dan pada tanah-tanah Grumusol (vertisol) di Gunung Kidul Yogyakarta, sehingga pada tanah-tanah tersebut diperlukan pupuk P dengan dosis tinggi atau dikombinasi dengan bahan organik. Unsur kalium juga merupakan obyek pencucian hara di dalam tanah, dan laju pencuciannya lebih cepat daripada fosfor tetapi lebih lambat daripada urea dan nitrat. Pencucian K juga dapat terjadi apabila pada tanah-tanah masam diberi kapur dengan dosis tinggi. Karena ion Ca^{2+} yang berlebihan dapat mendesak ion K^+ sehingga hilang dari mintakat perakaran akibatnya terjadi gejala kekahatan Kalium.

Kehilangan unsur hara karena erosi terjadi pada tanah dengan topografi miring tanpa teras dan curah hujan tinggi, dan pada kondisi tersebut jumlah kehilangan unsur hara dapat mencapai 50% (dapat terjadi pada tanah-tanah Ultisol). Penguapan terhadap unsur hara dapat hilang dalam bentuk gas, misalnya nitrogen dalam bentuk NH_3 atau N_2 . Penguapan ini banyak terjadi pada tanah-tanah sawah, rawa lebak atau pasang surut dengan temperatur tinggi, kelembaban rendah, atau lahan yang mengandung kapur dan kapasitas pertukaran rendah.

Proses sematan (*fixation*) oleh koloid tanah terjadi pada senyawa-senyawa amonium, fosfat, dan kalium. Amonium dan kalium disemat terutama oleh tanah yang banyak mengandung mineral klei

(*clay mineral*) montmorilonit pada tanah Vertisol. Mineral ini ditandai dengan sifat mengembang mengerut yang besar, dan proses sematan terjadi pada saat mengerut (kering). Sematan fosfor terjadi pada pH rendah ($< 5,0$) oleh logam-logam Fe, Al, dan Mn pada tanah Ultisol dan Oxisol, sedangkan proses sematan P pada pH tinggi ($> 8,0$) dilakukan oleh ion Ca dan/atau Mg terjadi pada tanah-tanah Vertisol atau Mollisol.

Immobilisasi adalah penggunaan senyawa nitrogen tanah oleh jasad renik untuk sintesis protoplasma tubuhnya. Dengan adanya proses immobilisasi, maka nitrogen yang semua dapat dimanfaatkan oleh tanaman menjadi tidak dapat dimanfaatkan, akan tetapi proses tersebut bersifat sementara. Setelah jasad renik mati, sel-sel tubuhnya mengalami perombakan dan melepaskan nitrogen yang dapat diserap tanaman. Peristiwa itu erat hubungannya dengan pemberian bahan organik dengan nisbah C/N tinggi di dalam tanah. Denitrifikasi merupakan proses reduksi nitrat secara biokimia menjadi gas N_2 , N_2O dan NO pada kondisi anaerob (absen oksigen). Peristiwa denitrifikasi dapat terjadi pada lahan-lahan rawa atau sawah yang digenangi secara terus-menerus dalam waktu lama.

Dengan adanya proses-proses kehilangan unsur hara tersebut di atas, jelas bahwa sifat dan karakteristik tanah sangat mempengaruhi status hara dalam tanah, yang akibatnya dapat mempengaruhi efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Sebagai contoh rata-rata kehilangan unsur hara N, P dan K berturut-turut 2,5; 1,5; dan 2,5 kali lipat dari jumlah unsur yang diserap tanaman, atau efisiensi

penyerapan unsur hara N, P dan K dari pupuk berturut-turut sebesar 28, 39 dan 28 persen.

1.3. Hubungan Unsur Hara Dengan Kesehatan Tanaman

Tanaman yang sehat memerlukan makanan yang cukup dan seimbang serta makanan yang tidak mengandung logam-logam yang berbahaya untuk kesehatan hewan dan manusia yang memakannya. Tanaman yang kekurangan makanan baik yang berasal dari dalam tanah, air maupun udara, maka tanaman tersebut akan rentan terhadap penyakit atau tanaman mudah terserang oleh penyakit. Untuk mengantisipasi sejak dini, agar tanaman tetap sehat maka tanaman perlu mendapatkan makanan yang cukup dan aman untuk kesehatan. Makanan diperlukan oleh tanaman untuk mensukseskan proses metabolisme tanaman tersebut dan menghasilkan proksimat yang dapat dimanfaatkan oleh hewan dan manusia. Misalnya dalam proses metabolisme protein, maka unsur hara nitrogen, sulfur dan fosfor sangat diperlukan. Unsur hara tersebut diperlukan sebagai prekursor pembentukan protein. Demikian juga dalam proses metabolisme lemak, karbon, hidrogen dan fosfat juga diperlukan. Salah satu hasil lain dari metabolisme adalah energi dan energi diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman yang cukup energi, maka tanaman akan sehat. Energi juga sangat diperlukan untuk pembentukan fase generatif seperti anak, bunga dan buah.

Kekahatan unsur hara akan mempercepat proses kematian tanaman. Misalnya tanaman kekurangan nitrogen akan menyebabkan

tanaman klorosis. Kalau tanaman klorosis, menyebabkan daunnya tidak hijau dan kekurangan klorofil. Tanaman yang kekurangan klorofil di daun, maka proses asimilasi tidak maksimal akibatnya tanaman akan kekurangan makanan. Akhirnya zat makanan tidak cukup didistribusikan ke seluruh tanaman dan tanaman tidak dapat berkembang serta lambat laun akan mati. Selain itu, dalam proses asimiliasi akan dihasilkan energi dan tanaman yang kekurangan energi juga tidak akan tumbuh dengan sempurna dan berkembang secara maksimal. Untuk padi, tidak akan dihasilkan anakan yang banyak, untuk tanaman buah-buahan tidak akan berbuah lebat dan sebagainya. Selain dengan yang dikemukakan di atas, unsur hara yang ditambahkan ke dalam tanah melalui pemupukan dengan tidak teratur dan seimbang sesuai dengan kaidah tepat dosis akan terjadi akumulasi logam-logam ikutan lain dalam tanah (misalnya TSP mengandung logam ikutan kadmium dan timbal, lihat Tabel 1.1). Pemberian TSP yang berlebihan dan berlangsung lama (bertahun-tahun) dan tidak teratur sama halnya menambah logam berat kadmium dan timbal dalam tanah terserap oleh tanaman. Walaupun logam kadmium dan timbal tersebut tidak diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhannya akan tetapi secara pasif logam-logam tersebut dapat terserap oleh tanaman melalui osmosis dan difusi dan dapat melonggok ke dalam bagian-bagian tubuh tanaman. Hewan dan manusia yang makan bagian tanaman tersebut, maka logam kadmium dan timbal akan pindah ke hewan dan manusia. Logam tersebut bersifat karsinogenik dan membahayakan untuk manusia dan hewan yang mengkonsumsinya. Untuk itu tanaman juga harus sehat dari serapan

logam-logam berat yang berbahaya untuk kesehatan manusia. Tanaman yang sehat akan mempengaruhi hewan dan manusia yang mengkonsumsi tanaman tersebut.

Tabel 1.1. Kisaran umum konsentrasi logam berat pada pupuk organik dan anorganik (mg kg^{-1})

Unsur	Pupuk Fosfat	Pupuk Nitrat	Pupuk Kandang	Kapur	Kompos
Boron (B)	5-115	-	0,3-0,6	10	-
Kadmium (Cd)	0,1-170	0,05-8,5	0,1-0,8	0,04-0,1	0,01-100
Kobalt (Co)	1-12	5,4-12	0,3-24	0,4-3	-
Kromium (Cr)	66-245	3,2-19	1,1-55	10-15	1,8-410
Tembaga (Cu)	1-300	-	2-172	2-125	13-3580
Raksa (Hg)	0,01-1,2	0,3-2,9	0,01-0,36	0,05	0,09-21
Mangan (Mn)	40-2000	-	30-969	40-1200	-
Molibdenum (Mo)	0,1-60	1-7	0,05-3	0,1-15	-
Nikel (Ni)	7-38	7-34	2,1-30	10-20	0,9-279
Timbal (Pb)	7-225	2-27	1,1-27	20-1250	1,3-2240
Stibium (Sb)	<100	-	-	-	-
Selenium (Se)	0,5	-	2,4	0,08-0,01	-
Uranium (U)	30-300	-	-	-	-
Vanadium (V)	2-1600	-	-	20	-
Zinc (Zn)	50-1450	1-42	15-566	0-450	82-5894

Sumber: Alloway (1995)

Timbal mempunyai efek racun terhadap susunan saraf pusat, terutama pada kanak-kanak (balita). Input atau asupan logam berat Pb ke dalam tubuh selain melalui pernapasan dalam bentuk partikulat,

dapat juga melalui absorpsi oleh kulit dan saluran makanan. Pada orang dewasa, efek yang ditimbulkan oleh logam berat Pb antara lain menyebabkan tekanan darah tinggi, penurunan hemoglobin, pusing dan pada dosis tinggi dapat menyebabkan encephalopathy. Sedangkan pada kanak-kanak, selain gejala atau efek yang terjadi pada orang dewasa, ditambah dengan penurunan intelegensia (Notodarmojo, 2004). Pada tanah-tanah sawah yang telah dibuka lama telah terjadi akumulasi logam berat Pb (timbal) yang sudah dalam taraf membahayakan, artinya pemupukan anorganik yang berlebihan telah diketahui dapat mencemari lahan (Tabel 1.2 dan Tabel 1.3). Menurut Beijer dan Jernelov (1986), lahan-lahan pertanian yang telah dikelola secara intensif telah menunjukkan adanya timbunan logam berat akibat dari penggunaan bahan-bahan agrokimia. Penggunaan pupuk terutama pupuk fosfat yang terus menerus dengan dosis tinggi pada sistem pertanian intensif dapat menimbulkan terjadinya pencemaran logam berat, walaupun secara mandiri tanah mampu menyerap logam berat, tetapi kalau jumlahnya melebihi ambang batas maka logam tersebut akan ikut diserap oleh tanaman.

Tabel 1.2. Rerata kandungan logam berat Pb dalam tanah sawah intensifikasi Tugu Mulyo

No	Tahun Pembukaan Lahan Sawah	Kandungan Pb (mg kg ⁻¹)
1	1938	23,33 ± 1,90
2	1949	21,48 ± 0,71
3	1983	15,02 ± 3,00
4	1997	10,12 ± 2,14

Sumber: Adhitama, 2011

Tabel 1.3. Kandungan Kadmium (Cd) Pada Lahan Sawah Intensifikasi Belitang

No	Umur Sawah (thn)	Cd (µg g ⁻¹)
1	0	0,00
2	15	10,00
3	30	11,66
4	60	11,66

Sumber: Budianta dan Tambas, 2004

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, diketahui bahwa pupuk fosfat mengandung logam berat Pb antara 5-156 mg kg⁻¹ (Setyorini *et al.*, 2003). Apabila pupuk tersebut digunakan secara terus menerus dengan dosis dan intensitas yang berlebihan, dapat meningkatkan kandungan Pb yang tersedia dalam tanah, sehingga meningkatkan serapan Pb oleh tanaman (Charlena, 2004). Adanya logam berat dalam tanah pertanian dapat menurunkan produktivitas tanah dan mutu hasil pertanian. Selain itu juga logam berat dapat membahayakan kesehatan manusia

melalui konsumsi produk pangan yang tercemar, hal ini dikarenakan logam berat terserap ke dalam jaringan akar yang selanjutnya masuk ke dalam siklus rantai makanan (Subowo *et al.*,1999). Moshman (1997), mengungkapkan bahwa akumulasi logam berat Pb pada tubuh manusia yang terus menerus bertambah dapat mengakibatkan anemia, kemandulan, penyakit ginjal, kerusakan syaraf dan kematian. Menurut Budianta dan Tambas (2004), bahwa pupuk fosfat (TSP) juga mengandung logam berat kadmium (Cd) sebesar 20 mg kg^{-1} dan mampu menyebabkan lahan sawah yang sudah lama diberi pupuk fosfat secara terus menerus tercemar melewati batas toleransi yang diperbolehkan yaitu 3 mg kg^{-1} (Mengel dan Kirkby, 1987). Ini berarti untuk lahan sawah yang mempunyai kandungan Cd $> 3 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ diindikasikan sudah tercemar Cd. Seperti telah diketahui bahwa Cd merupakan bahan ikutan pupuk P (Salam *et al.*, 1998). Tertimbunnya kadmium dalam tanah yang berasal dari berbagai sumber, erat kaitannya dengan sifat kadmium yang mudah teradsorpsi oleh klei dan bahan organik tanah atau mengendap bersama ion fosfat, karbonat, sulfida, dan hidroksida. Masuknya Cd melalui pupuk umumnya lebih besar dibandingkan keluaran Cd akibat pelindian, sehingga akumulasi Cd di dalam tanah cenderung meningkat. Menurut Kasno dan Sofyan (1998), pupuk SP-36 dan TSP masing-masing mengandung Cd sekitar $11\text{-}20 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$. Konsentrasi logam berat Cd dalam tanah, air pengairan dan gabah ditemukan cenderung meningkat dan mendekati ambang kritis untuk konsumsi. Kadmium merupakan logam berat yang bersifat toksik untuk tanaman, hewan dan manusia. Pada manusia Cd dapat menyebabkan penyakit kanker, ginjal, dan rapuhnya tulang.

Dalam tanah, Cd merupakan logam berat yang mempunyai mobilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan logam berat lainnya, sehingga peluang Cd terserap tanaman sangat besar.

Tanah yang tercemar oleh Cd akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang tumbuh di atasnya dan kemampuan tanah dalam menyerap Cd dipengaruhi oleh bentuk Cd dan jenis tanaman. Kandungan Cd dalam tanah berkorelasi nyata dan positif terhadap kandungan Cd dalam beras (Subowo, et al., 1994). Tanaman padi akan keracunan Cd apabila kandungan Cd dalam pucuk berkisar antara $5-10 \mu\text{g g}^{-1}$ (Chino, 1981). Diantara berbagai tanaman sayuran, bayam merupakan tanaman sayuran yang sangat peka terhadap adanya logam Cd dalam tanah. Biomassa tanaman bayam akan menurun dengan semakin meningkatnya kadar Cd dalam tanah (Lehoczky et al., 1996).

1.4. Hubungan Unsur Hara Dengan Produksi Tanaman

Tujuan utama penanaman adalah untuk dipetik hasilnya, disamping untuk melihat fisik pertumbuhannya. Hasil yang diharapkan dari penanaman dapat berupa serat, bahan hijauan maupun biji-bijian, kayu dan bunganya. Untuk menghasilkan produksi sesuai dengan potensinya maka tanaman memerlukan sejumlah unsur hara tertentu. Tanaman yang kekurangan unsur hara, tidak dapat berproduksi secara maksimal. Untuk itu agar tanaman dapat berproduksi secara maksimal, maka penambahan unsur hara yang berasal dari pupuk sangat diharapkan.

Secara alami tanah mampu menyediakan unsur hara secara mandiri, tetapi karena tanah-tanah di daerah tropika seperti Indonesia yang memiliki curah hujan tinggi, maka proses pencucian atau erosi tidak dapat dihindari dan menyebabkan hilangnya sejumlah unsur hara di lapisan olah tanah. Fenomena tersebut dapat mengakibatkan unsur hara yang dikandung oleh tanah cepat keluar mintakat perakaran dan mengakibatkan hara dalam tanah terus berkurang. Dan lambat laun tanah menjadi miskin unsur hara. Tanaman yang ditumbuhkan pada tanah tersebut tidak dapat tumbuh secara baik dan tidak dapat berproduksi secara maksimal. Tanah-tanah yang miskin unsur hara adalah tanah-tanah yang telah mengalami pencucian lanjut, seperti tanah Ultisol, Alfisol dan Oxisol yang dikenal dengan tanah-tanah merah atau tanah-tanah tua. Tanah-tanah tersebut dicirikan oleh kemasaman yang tinggi, dengan kelarutan aluminium, besi dan mangan yang tinggi pula serta ketersediaan hara-hara yang dibutuhkan tanaman sangat rendah. Tanah tersebut juga mempunyai kandungan bahan organik yang rendah dengan kapasitas tukar kation yang rendah pula. Umumnya tanah-tanah tersebut kalau diusahakan untuk budidaya tanaman pangan akan memberikan hasil yang rendah sampai sangat rendah kalau tidak diperhatikan kesuburannya dan potensi utama tanah-tanah tersebut adalah untuk budidaya tanaman tahunan atau tanaman perkebunan.

Masing-masing unsur hara baik makro maupun mikro mempunyai fungsi dan peranan yang spesifik bagi tanaman. Apabila terjadi kekahatan salah satu unsur hara tersebut, maka akan mempengaruhi produksi tanaman. Contohnya pada tanaman padi.

Pada waktu fase primordia, unsur hara fosfor sangat berperan pada saat pembentukan anakan padi. Pada fase bunting atau pengisian bulir, unsur hara kalium amat dibutuhkan oleh tanaman padi untuk sintesa tepung. Pada beberapa tanaman yang produksinya berupa daun seperti tanaman sayur-sayuran (sawi, kol, bayam dan kangkung), unsur hara nitrogen yang lebih berperan dalam produksinya, karena unsur hara nitrogen amat diperlukan pada fase vegetatif tanaman. Penelitian yang mengkaji peranan unsur hara tertentu telah banyak dilakukan sejak lama. Penambahan unsur hara tertentu ke dalam tanah mampu meningkatkan produksi dan bahan keringnya. Contohnya pada percobaan penanaman padi gogo yang diberi penambahan unsur hara P berupa pupuk fosfat dengan berbagai takaran di daerah Jatinangor.

Tabel 1.4. Dosis Pupuk P terhadap Hasil Panen Padi Gogo (Gabah Kering Giling)

	Pupuk P (kg P ₂ O ₅ /ha)				Rata-rata (g/polybag)
	0	50	75	100	
24,44	37,63	29,56	27,65	29,82 a	
40,77	33,30	50,83	33,89	39,70 b	
46,02	31,97	44,74	21,69	36,11 ab	
33,97	41,08	46,15	45,89	41,02 c	

Sumber : Fitriatin, dkk (2009)

Pada Tabel 1.4 di atas terlihat bahwa penambahan pupuk fosfat mampu meningkatkan produksi padi gogo yang ditumbuhkan dalam polybag. Sampai dengan penambahan 100 kg P₂O₅, hasil produksi padi gogo masih terlihat tinggi. Unsur hara yang diberikan pada tanaman padi mampu menyediakan unsur hara yang cukup dan

berimbang melalui tanah. Unsur hara yang diperoleh dari tanah menyebabkan tanaman mendapatkan energi yang cukup dalam mendukung pertumbuhan pada fase vegetatif, sehingga hasil akhir tanaman padi yang diperoleh lebih maksimal.

BAB II

UNSUR HARA UNTUK TANAMAN

2.1. Pengertian Unsur Hara

Unsur Hara merupakan sumber makanan tanaman baik yang terdapat di dalam tanah, air maupun udara atau yang merupakan unsur pupuk yang diperlukan tanaman, dengan kata lain, unsur hara merupakan nutrisi yang terkandung di dalam tanah, air maupun udara atau pupuk dan dibutuhkan oleh tanaman untuk mensukseskan daur hidupnya. Unsur Hara sangat dibutuhkan untuk tumbuh dan berkembangnya suatu tanaman dan menghasilkan produk sesuai potensinya. Kebutuhan unsur hara sangat mutlak dibutuhkan bagi setiap tanaman dan tidak dapat digantikan oleh unsur lain dan kebutuhan setiap tanaman berbeda tergantung jenis tanamannya. Jika kekurangan unsur hara akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman itu sendiri bahkan tanaman dapat mengalami kematian.

Berdasarkan keutamaannya unsur hara dibedakan menjadi dua jenis unsur hara yaitu unsur hara esensial dan unsur hara non esensial. Unsur hara esensial adalah unsur hara yang mutlak diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya walaupun hanya sedikit yang dibutuhkan tetapi harus ada. Jika tidak terdapat unsur hara dalam tanah, tanaman tidak dapat menyelesaikan daur hidupnya. Sedangkan unsur hara non esensial adalah unsur hara yang tidak mutlak diperlukan oleh tanaman, sehingga jika tidak ada unsur hara

dalam tanah tanaman tetap hidup dan berkembang. Menurut Arnon dan Stout (1939) dalam Mengel dan Kirkby (1978) terdapat tiga kriteria unsur hara dikatakan esensial yaitu (1) tidak adanya unsur hara tersebut mengakibatkan pertumbuhan tanaman tidak normal, tanaman gagal menyelesaikan daur hidupnya, atau kematian lebih awal, (2) fungsi unsur tersebut spesifik dan tidak dapat digantikan oleh unsur yang lain, dan (3) unsur tersebut mempengaruhi langsung pertumbuhan atau metabolisme tanaman.

Fungsi atau gawai hara tanaman bersifat spesifik dan tidak dapat digantikan oleh unsur lain dan apabila tidak tersedia suatu hara dalam tanah, maka tanaman tidak dapat menyerap unsur hara yang diperlukan akibatnya kegiatan metabolisme tanaman akan terganggu atau berhenti sama sekali dan akhirnya tanaman dapat mengakhiri hidupnya sebelum sampai berproduksi sesuai potensinya. Disamping itu, umumnya tanaman yang kekurangan atau kekahatan suatu unsur hara akan menampilkan gejala-gejala pada suatu organ tertentu yang spesifik yang umumnya disebut gejala kekahatan unsur hara. Gejala ini akan hilang apabila hara tanaman yang kahat ditambahkan ke dalam tanah atau diberikan lewat daun, sehingga tanaman akan tercukupi unsur haranya dan tanaman kembali melanjutkan pertumbuhannya. Langkah ini harus hati-hati dilakukan karena memerlukan ketelitian dan kecermatan dalam menentukan jenis unsur hara yang kahat dan yang akan ditambahkan. Kesalahan dalam menentukan jenis unsur hara yang kahat akan menyebabkan kesalahan dalam menentukan jenis unsur hara yang akan ditambahkan untuk memulihkan unsur hara yang kurang tersebut.

Tabel 2.1. Rerata Kadar Hara Dalam Tanaman

Hara	Berat Atom	Kadar	
		uMol/g	ppm
Molibden (Mo)	95,94	0,001	0,1
Tembaga (Cu)	63,54	0,10	6,0
Seng (Zn)	65,37	0,30	20,0
Mangan (Mn)	54,94	1,0	50,0
Boron (B)	10,84	2,0	20,0
Besi (Fe)	55,85	2,0	100,0
Klor (Cl)	35,45	3,0	100,0
			%
Sulfur (S)	32,06	30	0,1
Fosfor (P)	30,88	60	0,2
Magnesium (Mg)	24,31	80	0,2
	40,08	125	0,5
Kalsium (Ca)	39,10	250	1,0
Kalium (K)	14,00	1.000	1,5
Nitrogen (N)	16,00	30.000	45,0
Oksigen (O)	12,01	40.000	45,0
Karbon (C)	1,00	60.000	6,0
Hidrogen (H)			

Sumber: Epstein, 1972

Kandungan hara dalam setiap tanaman berbeda-beda, tergantung pada jenis hara, jenis tanaman, kesuburan tanah atau jenis tanah dan pengelolaan tanaman. Rerata kandungan hara dalam jaringan tanaman mulai dari yang berkadar rendah sampai kadar paling tinggi disajikan pada Tabel 2.1.

Unsur hara esensial dibedakan menjadi dua jenis, yaitu jenis hara bukan mineral dan hara mineral. Hara bukan mineral meliputi karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O). Ketiga hara tersebut dikatakan hara bukan mineral karena tidak berasal dari mineral yang ada di dalam tanah. Walaupun menyusun sekitar 95% biomassa tanaman, unsur-unsur tersebut tidak menjadi perhatian penting di

dalam nutrisi tanaman, karena pasokannya selalu dapat terpenuhi dari biosfer yaitu dapat berasal dari air dan udara. Salah satu peranan terpenting dari tiga unsur bukan mineral adalah bahwa ketiganya terlibat dalam proses fotosintesis. Unsur hara mineral tanaman meliputi nitrogen (N), fosfor (P), sulfur (S), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), molibdenum (Mo), boron (B), dan klorin (Cl). Unsur hara esensial, bentuk yang diserap dan fungsinya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Unsur hara esensial, bentuk yang diserap dan fungsinya dalam tanaman

Unsur hara esensial	Bentuk yang diserap	Fungsinya dalam tanaman
C, H, O, N, S	Bentuk-bentuk ion dalam larutan (HCO_3^- , NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{2-}) atau bentuk gas dari atmosfer (O_2 , N_2 , SO_2)	Penyusun umum bahan-baha organik
P, B	Bentuk ion dalam larutan (PO_4^{3-} , BO_2^{3-})	Reaksi transfer energi, dan pergerakan karbohidrat
K, Mg, Ca	Bentuk ion dalam larutan (K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^-)	Fungsinya non spesifik atau komponen-komponen spesifik senyawa organik

		atau untuk mempertahankan keseimbangan ionik
Cu, Fe, Mn, Mo, Zn	Ion-ion atau kelat dalam larutan (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , MoO^- , Zn^{2+})	Transpor elektron dan katalis untuk enzim

Sumber: Mengel dan Kirkby, 1987

2.2.Sumber Unsur Hara

Berdasarkan sumbernya unsur hara dapat berasal dari dalam tanah, air dan udara. Yang berasal dari dalam tanah banyak ragamnya dan berasal dari mineral anorganik misanya Ca, K, Na, Mg, Fe dll, dan bahan organik misalnya C, N, P, S, dan banyak kation-kation seperti Ca, Mg, K, Na dsb. Sedangkan yang berasal dari air C, H, O, dan juga kation-kation lainnya dan yang berasal dari udara umumnya Nitrogen. Dalam penyerapan unsur hara oleh tanaman dilakukan secara simultan tidak terpisah-pisah atau sendiri-sendiri.

Terdapat 16 unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman. Berdasarkan tingkat kebutuhannya, unsur hara dapat digolongkan menjadi 2 bagian yaitu **unsur hara makro** dan **unsur hara mikro** (Tabel 2.3). Davidescu (1988) mengusulkan bahwa batas perbedaan unsur hara makro dan mikro adalah 0,02 % dan bila kurang dari jumlah tersebut disebut unsur hara mikro. Ada juga unsur hara yang tidak mempunyai fungsi pada tanaman, tetapi kadarnya cukup tinggi dalam tanaman dan tanaman yang hidup pada suatu tanah tertentu

selalu mengandung unsur hara tersebut misalnya unsur hara Al (Aluminium), Ni (Nikel) dan Fe (Besi).

Tabel 2.3. Unsur makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya

Unsur hara makro	Unsur hara mikro
Karbon (C)	Boron (B)
Hidrogen (H)	Klorin (Cl)
Oksigen (O)	Tembaga (Cu)
Kalsium (Ca)	Besi (Fe)
Magnesium (Mg)	Mangan (Mn)
Nitrogen (N)	Molibdenum (Mo)
Fosfor (P)	Seng (Zn)
Kalium (K)	
Sulfur (S)	

Sumber: Jones et al., 1991

Unsur hara makro adalah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar (0,1%-0,5%), yang termasuk unsur hara makro adalah C, H, O, N, P, K, Ca, S dan Mg. sedangkan unsur hara mikro adalah unsur hara dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah kecil/sedikit kurang dari 0,0025%, yang termasuk unsur hara mikro adalah Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B, Na dan Cl. Kebutuhan unsur hara ini mutlak bagi setiap tanaman dan tidak bisa digantikan oleh unsur yang lain tentunya dengan kadar yang berbeda sesuai jenis tanaman dan potensinya yang dihasilkan sebab jika kekurangan unsur hara esensial akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman itu sendiri.

Seperti manusia, tanaman memerlukan makanan yang sering disebut hara tanaman. Berbeda dengan manusia yang menggunakan

yang kadarnya relatif tinggi dan sering melebihi kadar P (Fosfor). Silikon (Si) pada tanaman padi dianggap penting walaupun tidak diperlukan dalam proses metabolisme tanaman. Jika tanaman padi mengandung Si yang cukup, maka tanaman tersebut lebih segar dan tidak mudah roboh diterpa angin sehingga seakan akan Si meningkatkan produksi tanaman padi.

Berdasarkan sumber penyerapannya, unsur hara dapat diserap melalui 2 (dua) cara yaitu unsur hara yang diserap dari udara dan unsur hara yang diserap dari tanah.

a. Diserap dari Udara

Unsur hara yang diserap dari udara adalah C, O, dan S, juga N, yaitu dalam bentuk CO_2 , O_2 , dan SO_2 , serta N_2 . Penyerapan N baik dari udara maupun dari tanah diasimilasikan dalam proses reduksi dan aminasi. Nitrogen (N) udara diserap dari N_2 bebas lewat bakteri bintil akar dan NH_3 diserap lewat stomata tanaman. Senyawa CO_2 diasimilasikan dengan proses karboksilasi dan terbentuk karboksilat bersama-sama dengan penyerapan O_2 dan H_2O . Sedangkan unsur H diserap dalam bentuk H_2O dan direduksi menjadi H^+ dan kemudian ditransfer ke dalam senyawa nikotinamide adenosine dinukleotida (NADP^+) menjadi NADPH. Senyawa ini merupakan senyawa penting bagi tanaman sebagai koenzim dasar dalam proses oksidasi reduksi.

b. Diserap dari tanah

Penyerapan unsur hara dilakukan oleh akar tanaman dan diambil dari kompleks jerapan tanah ataupun dari larutan tanah berupa

kation dan anion. Ada pula yang dapat diserap dalam bentuk khelat yaitu ikatan kation logam dengan senyawa organik. Dewasa ini kebanyakan unsur hara mikro diberikan lewat daun (dengan aplikasi pupuk cair).

2.3.Mekanisme Penyerapan Unsur Hara Dalam Tanah

Unsur hara dapat tersedia di sekitar akar tanaman melalui 3 mekanisme penyediaan unsur hara, yaitu: (1) aliran massa, (2) difusi, dan (3) intersepsi (pencegatan) akar. Proses penyerapan unsur hara dengan energi aktif dapat berlangsung apabila tersedia energi metabolik. Energi metabolik tersebut dihasilkan dari proses pernapasan akar tanaman. Selama proses pernapasan akar tanaman berlangsung akan dihasilkan energi metabolik dan energi ini mendorong berlangsungnya penyerapan unsur hara secara aktif. Apabila proses pernapasan akar tanaman berkurang akan menurunkan pula proses penyerapan unsur hara melalui proses aktif. Bagian akar tanaman yang paling aktif adalah bagian dekat ujung akar yang baru terbentuk dan rambut-rambut akar. Bagian akar ini merupakan bagian yang melakukan kegiatan respirasi (pernapasan) terbesar. Mekanisme penyediaan unsur hara dalam tanah melalui tiga mekanisme, yaitu:

a. Aliran Massa (*mass flow*)

Mekanisme aliran massa adalah suatu mekanisme gerakan unsur hara di dalam tanah menuju ke permukaan akar bersama-sama dengan gerakan massa air. Proses penyerapan unsur hara ini disebut

sebagai proses pasif. Selama masa hidup tanaman mengalami peristiwa penguapan air yang dikenal dengan peristiwa transpirasi. Selama proses transpirasi tanaman berlangsung, terjadi juga proses penyerapan air oleh akar tanaman. Pergerakan massa air ke akar tanaman akibat langsung dari serapan massa air oleh akar tanaman terikut juga terbawa unsur hara yang terkandung dalam air tersebut. Peristiwa tersedianya unsur hara yang terkandung dalam air ikut bersama gerakan massa air ke permukaan akar tanaman dikenal dengan Mekanisme Aliran Massa. Unsur hara yang ketersediaannya bagi tanaman melalui mekanisme ini meliputi: nitrogen (98,8%), kalsium (71,4%), belerang (95,0%), dan molibdenum (95,2%).

b. Difusi

Ketersediaan unsur hara ke permukaan akar tanaman, dapat juga terjadi karena melalui mekanisme perbedaan konsentrasi atau kepekatan hara antara di luar akar dan di dalam tubuh tanaman. Konsentrasi unsur hara pada permukaan akar tanaman lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi hara dalam larutan tanah dan konsentrasi unsur hara pada permukaan koloid klei serta pada permukaan koloid organik. Kondisi ini terjadi karena sebagian besar unsur hara tersebut telah diserap oleh akar tanaman. Tingginya konsentrasi unsur hara pada ketiga posisi tersebut menyebabkan terjadinya peristiwa difusi dari unsur hara berkonsentrasi tinggi ke posisi permukaan akar tanaman. Peristiwa pergerakan unsur hara yang terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi unsur hara tersebut dikenal dengan mekanisme penyediaan hara secara difusi. Perbedaan

konsentrasi tersebut terdiri dari aktif dan pasif. Beberapa unsur hara yang tersedia melalui mekanisme difusi ini, adalah: fosfor (90,9%) dan kalium (77,7%).

c. Intersepsi Akar

Mekanisme intersepsi akar sangat berbeda dengan kedua mekanisme sebelumnya. Kedua mekanisme sebelumnya menjelaskan pergerakan unsur hara menuju ke akar tanaman, sedangkan mekanisme ketiga ini menjelaskan gerakan akar tanaman yang memperpendek jarak dengan keberadaan unsur hara. Peristiwa ini terjadi karena akar tanaman tumbuh dan memanjang, sehingga memperluas jangkauan akar tersebut. Perpanjangan akar tersebut menjadikan permukaan akar lebih mendekati posisi dimana unsur hara berada, baik unsur hara yang berada dalam larutan tanah, permukaan koloid klei dan permukaan koloid organik.

Mekanisme ketersediaan unsur hara tersebut dikenal sebagai mekanisme intersepsi akar. Proses penyerapan dengan mekanisme ini dikatakan sebagai penyerapan hara aktif. Unsur hara yang ketersediaannya sebagian besar melalui mekanisme ini adalah: kalsium (28,6%).

2.4. Peranan dan Fungsi Unsur Hara

Dalam hidupnya tanaman paling sedikit membutuhkan 16 macam unsur, 3 unsur (oksigen, hidrogen dan karbondioksida) diperoleh dari udara, sementara 13 lainnya diserap tanaman melalui tanah. Ke-13 unsur ini dibagi menjadi 2, yaitu: unsur hara makro

(dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak), dan unsur hara mikro (dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit) yang mempunyai fungsi masing-masing.

2.4.1. Unsur Hara Makro

a. Nitrogen (N)

Bentuk dan fungsi N

Nitrogen dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang banyak, umumnya menjadi faktor pembatas pada tanah-tanah yang tidak dipupuk. Berupa asam amino, amida dan amin yang berfungsi sebagai kerangka (*building blocks*) dan senyawa antara (*intermediary compounds*). Berupa protein, klorofil, asam nukleat: protein/ensim mengatur reaksi biokimia, N merupakan bagian utuh dari struktur klorofil, warna hijau pucat atau kekuningan disebabkan kekurangan N, N juga sebagai bahan dasar atau prekursor DNA dan RNA. Tanaman bila kekurangan N daunnya akan pucat kekuningan bahkan menguning, tanaman akan tumbuh kerempeng dan tersendat. Namun walau demikian bila terlalu banyak N tanaman akan lemah, lemas dan lembek sehingga mudah rebah, dan sangat disukai hama dan penyakit, terlalu banyak N juga menyebabkan tanaman lambat berbuah dan lambat masak.

Mobilitas N

Unsur N sangat mobil dalam jaringan tanaman, dialihtempatkan dari daun yang tua ke daun yang muda. Gejala kekurangan klorosis muncul pada daun di bagian bawah yaitu daun yang lebih tua. Jika berlebihan N akan merangsang pertumbuhan

PENGELOLAAN KESUBURAN TANAH

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

18%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

7%

★ Swanasti Djatu Dianti, Andriyanto Adhi Nugroho.
"Perlindungan Hukum Konsumen Pengguna Aplikasi
E-Commerce Terhadap Kasus Penyalahgunaan Akun
dalam Konstruksi Hukum ITE", Al Qalam: Jurnal
Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan, 2023

Publication

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On