

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/280941460>

CHARACTERISTIC ANALYSIS OF ELEMENTS IN SOIL AT THE VARIOUS LOCATIONS BY USING XRF (ANALISIS KARAKTERISTIK UNSUR-UNSUR DALAM TANAH DI BERBAGAI LOKASI DENGAN MENGGUNAKAN XRF)

Conference Paper · July 2005

CITATION

1

READS

7,785

2 authors, including:



[Gatot Suhariyono](#)

Badan Tenaga Nuklir Nasional

24 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Iodine-131 air monitoring of stack release from radioisotop production facility [View project](#)

ANALISIS KARAKTERISTIK UNSUR-UNSUR DALAM TANAH DI BERBAGAI LOKASI DENGAN MENGGUNAKAN XRF

Gatot Suhariyono ¹⁾ dan Yulizon Menry ²⁾

1) P3KRBiN – BATAN

2) P3TIR – BATAN

ABSTRAK

ANALISIS KARAKTERISTIK UNSUR-UNSUR DALAM TANAH DI BERBAGAI LOKASI DENGAN MENGGUNAKAN XRF. Analisis karakteristik unsur-unsur dalam tanah di berbagai lokasi dengan menggunakan XRF telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan kandungan dan konsentrasi unsur-unsur dalam tanah pada kedalaman tanah (20 dan 5 cm), musim hujan dan kemarau, tanah perumahan, tanah perkebunan (kebun karet), dan tanah BATAN di Serpong. Pengambilan contoh tanah dilakukan di berbagai lokasi yaitu di Lampung, Paiton, Jepara, Sumatra Selatan, Perumahan Puspitek Serpong, Perumahan Batan Indah, dan tanah P2TBDU (Pusat Pengembangan Teknologi Bahan Bakar Nuklir dan Daur Ulang), BATAN. Tanah-tanah di kebun karet, P2TBDU-BATAN, Sumatra Selatan, Jepara, Batan Indah lebih bersifat asam daripada tanah-tanah di Lampung, Paiton, dan Puspitek Serpong. Tanah-tanah di Paiton dan Lampung tidak terlalu perlu diberi pupuk (terkandung unsur utama N, P dan K) dibandingkan tanah-tanah di Sumatra Selatan, Jepara, Batan Indah, kebun karet, Puspitek Serpong dan P2TBDU-BATAN yang perlu diberi pupuk untuk kesuburan tanaman. Tanah di Paiton dan Jepara pada musim hujan lebih subur dibandingkan tanah tersebut pada musim kemarau. Tanah yang lebih dalam (± 20 cm dari permukaan tanah) lebih subur dibandingkan tanah yang kedalamannya dekat permukaan (± 5 cm). Tanaman yang tumbuh pada lokasi penelitian ini tidak terkontaminasi logam berat Pb, Co, Zn, Fe dan Cu yang berasal dari tanah.

ABSTRACT

CHARACTERISTIC ANALYSIS OF ELEMENTS IN SOIL AT THE VARIOUS LOCATIONS BY USING XRF. Characteristic analysis of elements in soil at the various locations has been carried out by using XRF. The research Aim is to know difference of elements concentration and content in soil at deepness of soil (20 and 5 cm), the rains and dry season, home site, plantation land (rubber plantation), and the soil of BATAN in Serpong. Taking of soil sample was conducted in various locations i.e. in Lampung, Paiton, Jepara, South Sumatra, housing of Puspitek Serpong, housing of BATAN Indah, and P2TBDU (Center Development of Nuclear Fuel Technology and Recycle), BATAN. The soils in rubber plantation, P2TBDU-BATAN, South Sumatra, Jepara, BATAN Indah is more having the character of acid than the soils in Lampung, Paiton, and Puspitek Serpong. The soils in Paiton and Lampung don't too need to be given fertilizer (consist in especial element of N, P and K) compared to the soils in South Sumatra, Jepara, Batan Indah, rubber plantation, Puspitek Serpong and P2TBDU-BATAN which need to be given fertilizer for fertility of the plants. The soils in Paiton and Jepara at the rains are more fertile compared to the soils at dry season. The deeper soil (± 20 cm of the soil surface) is more fertile compared to the soil that is its deepness near by surface (± 5 cm). Plants that grow at this research location are not contaminated heavy metal of Pb, Co, Zn, Fe and Cu coming from the soil.

PENDAHULUAN

Tanah merupakan sumber daya alam yang mempunyai peranan penting dalam berbagai segi kehidupan manusia, hewan dan tanaman. Karakteristik unsur-unsur dalam tanah sangat berpengaruh terhadap karakteristik unsur-unsur dalam tanaman yang tumbuh di atasnya,

sehingga kandungan unsur-unsur esensial dan non esensial yang kurang atau berlebihan dalam jaringan tanaman akan mencerminkan kandungan unsur-unsur dalam tanah. Interaksi diantara beberapa unsur-unsur itu sendiri dapat menjadi hambatan penyerapan kandungan unsur-unsur esensial dalam tanaman [1].

Bentuk senyawa ikatan unsur-unsur dalam tanah mempunyai sifat kimia yang berbeda-beda, termasuk daya larutnya terhadap air, perubahan ikatan logam yang terikat dalam bahan organik, ikatannya dalam silikat, dan ikatannya dengan oksida, hidroksida, fosfat dan lain-lain. Unsur-unsur di dalam tanah mungkin dimobilisasi, karena adanya pertukaran ion dalam koloida tanah yang dibebaskan dari ikatan kompleks atau pemecahan senyawa dari mineral tanah. Unsur yang mudah dimobilisasi disebabkan oleh jumlahnya yang berlebihan.

Dalam makalah ini akan dijabarkan karakteristik unsur-unsur dalam tanah di berbagai lokasi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan kandungan dan konsentrasi unsur-unsur dalam tanah pada kedalaman tanah (20 dan 5 cm), pada musim hujan dan kemarau, tanah perumahan, tanah perkebunan (kebun karet), dan tanah BATAN di Serpong. Pengambilan contoh tanah dilakukan di berbagai lokasi yaitu di Lampung, Paiton, Jepara, Sumatra Selatan, Perumahan Puspitek Serpong, Perumahan BATAN Indah, dan tanah P2TBDU (Pusat Pengembangan Teknologi Bahan Bakar Nuklir dan Daur Ulang), BATAN. Pengukuran konsentrasi dan kandungan unsur-unsur dalam tanah dilakukan dengan menggunakan Spektrometri Pendar Sinar-X (XRF) buatan Ortec USA model 659.

DASAR TEORI

Tanah

Dalam kehidupan sehari-hari tanah diartikan sebagai wilayah darat yang dapat digunakan sebagai tempat berbagai usaha pertanian, peternakan, perumahan dan sebagainya. Sedangkan dalam bidang pertanian, tanah diartikan sebagai media tumbuh tanaman. Tanah secara ilmiah didefinisikan sebagai lapisan kerak bumi paling atas yang merupakan hasil pelapukan bumi oleh angin, hujan dan matahari [2]. Menurut Hardjowigeno (1995) menyebutkan bahwa tanah adalah kumpulan dari benda alam di permukaan bumi yang tersusun horizon dan terdiri dari campuran bahan-bahan mineral, bahan organik, air dan udara yang merupakan media bagi tumbuhnya tanaman [3].

Tanah sebagai sumber daya pertanian mempunyai dua fungsi yaitu sebagai unsur hara bagi tanaman dan sebagai tempat berpegangnya akar, penyimpanan air tanah, dan tempat bertambahnya unsur hara dan air. Apabila fungsi-fungsi tersebut menurun atau hilang, maka disebut sebagai kerusakan atau degradasi

tanah [4]. Pencemaran yang terjadi dan masuk ke dalam tanah akan mengakibatkan penurunan kualitas tanah. Parameter penggunaan tanah untuk pertanian, perkebunan dan kehutanan yang berpengaruh yaitu [4] :

1. Faktor fisik dan kimia tanah, meliputi : tekstur, kedalaman efektif, permeabilitas, tebal gambut (untuk tanah gambut), batuan permukaan, drainase, lereng, pH, salinitas, kedalaman lapisan, kandungan unsur-unsur dalam tanah dan prosentase sodium yang dapat dipertukarkan dengan unsur lain.
2. Faktor penggunaan lahan, meliputi : persawahan, tanaman semusim, tanaman tahunan, hutan, padang penggembalaan dan lain-lain.
3. Faktor iklim, meliputi curah hujan dan ketinggian tempat. Pengaruh cuaca dan unsur-unsur dalam tanah terhadap pertumbuhan tanaman diperlihatkan pada Gambar 1.

Baku Mutu Tanah

Parameter tanah yang ditetapkan sebagai baku mutu tanah sangat terkait dengan jenis kegiatan yang akan dilakukan, oleh karena itu penentuan parameter baku mutu tanah secara umum sulit ditentukan, walaupun rancangan baku mutu tanah telah diatur dalam rancangan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 1994 [5]. Rancangan Kepmen ini menyebutkan bahwa baku mutu tanah ditetapkan oleh masing-masing Gubernur dengan berpedoman pada Baku Mutu Nasional. Penentuan baku mutu dilakukan berdasarkan penelitian dan tetap menampung aspirasi dari masyarakat, pengusaha dan pihak yang berkepentingan.

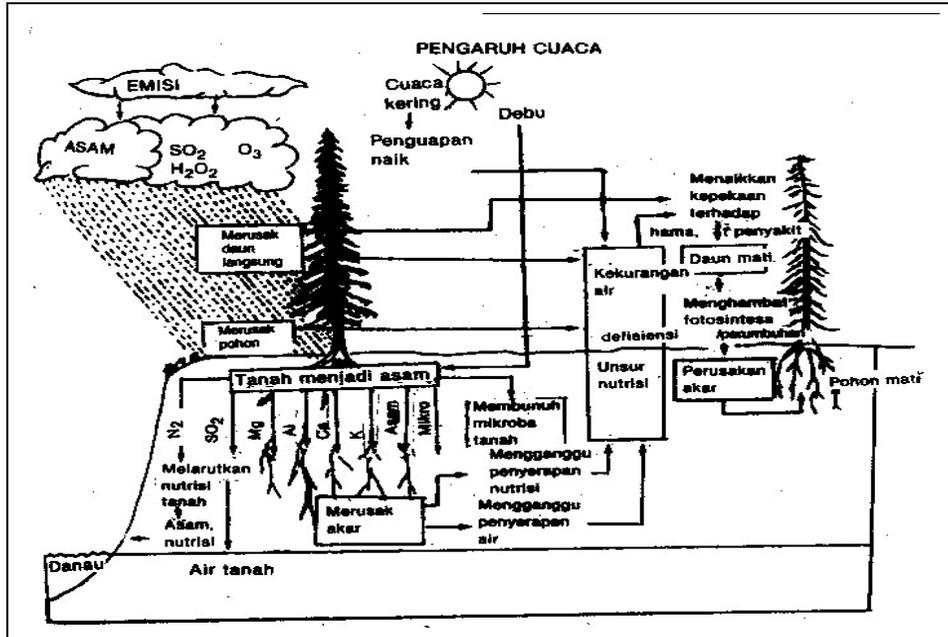
Pusat Penelitian Tanah dari Departemen Pertanian, 1983 telah mengajukan kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan sifat umum tanah yang didapat secara empiris (Tabel 1.). Sedangkan kriteria umum untuk kandungan logam berat yang terdapat di dalam tanah telah diteliti oleh Ferguson (1990) mengemukakan batas beberapa kandungan logam berat yang tidak tercemar di dalam tanah, yaitu [6] :

1. *Cadmium* (Cd), nilai rerata pada tanah yang tidak terkontaminasi adalah 0,62 µg/g. Batas minimum : 0,1 µg/g dan batas maksimumnya : 1,0 µg/g.
2. *Mercury* (Hg), nilai rerata pada tanah yang tidak terkontaminasi adalah 0,098 µg/g.

- Batas minimum : 0,01 µg/g dan batas maksimumnya : 0,06 µg/g.
3. *Arsenic* (As), nilai rerata pada tanah yang tidak terkontaminasi adalah 6,03 µg/g. Batas minimum : 5 µg/g dan batas maksimumnya : 10 µg/g.
 4. *Lead* (Pb), nilai rerata adalah 29,2 µg/g, tetapi kandungan pada tanah yang tidak

terkontaminasi adalah 10 – 20 µg/g, bila kandungan lebih dari 100 µg/g, maka sudah terkontaminasi. Karena itu batas maksimum Pb adalah 20 µg/g atau 50 µg/g.

5. *Selenium* (Se) mempunyai nilai rerata 0,4 µg/g. Angka ini akan meningkat pada daerah asam dan semi asam, karena itu angka ini sebaiknya dipakai sebagai baku mutu tanah.



Gambar 1. Pengaruh cuaca dan unsur dalam tanah terhadap pertumbuhan tanaman [1]

Tabel 1. Kriteria penilaian sifat kimia tanah

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C-organik (%)	< 1,0	2,0	3,0	5,0	> 5,0
N Total (%)	< 0,1	0,2	0,5	0,75	> 0,75
P ₂ O ₅ .HCl 25 % (ppm)	< 10	20	40	60	> 60
K ₂ O.HCl 25 % (ppm)	< 10	20	40	60	> 60
K (%)	< 0,1	0,2	0,5	1,0	> 1,0
Na (%)	< 0,1	0,4	0,7	1,0	> 1,0
Ca (%)	< 2	5	10	20	> 20
Mg (%)	< 0,4	1,0	2,0	8,0	> 8,0
Kejenuhan Basa (%)	< 20	35	50	70	> 70
Kejenuhan Aluminium (%)	< 10	20	30	60	> 60
Cadangan Mineral (%)	< 5	10	20	40	> 40
pH sangat asam < 4,5	Asam	Agak asam	Netral	Agak basa 8,5	Basa
	5,5	6,5	7,5		> 8,5

Sumber : Departemen Pertanian, 1983.

Beberapa peneliti mengungkapkan kandungan unsur-unsur di dalam tanah berbeda-beda. Hardjowigeno (1995) menyatakan unsur-unsur Ca, Cu, Fe, K, Mn, Ni, Sr, dan Sn adalah

unsur-unsur yang berasal dari proses abrasi tanah yang terbawa debu terbang ke udara [3]. Sedangkan menurut Darmono (1995), kandungan logam berat dalam tanah secara alami dengan

kisaran non pencemaran antara lain As (5 sampai 3000 ppm, rerata 100 ppm), Co (1 sampai 40 ppm, rerata 8 ppm), Cu (1 sampai 300 ppm, rerata 20 ppm), Pb (2 sampai 200 ppm, rerata 10 ppm), Zn (10 sampai 300 ppm, rerata 50 ppm), Cd (0,05 sampai 0,7 ppm, rerata 0,06 ppm), dan Hg (0,01 sampai 0,3 ppm, rerata 0,03 ppm) [1]. Saeni (1989) mengungkapkan hara-hara makro di dalam tanah adalah unsur-unsur C, H, O, N, P, K, Ca, Mg dan S, sedangkan hara-hara mikro di dalam tanah adalah unsur-unsur B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Na, V dan Zn [7]. Oleh karena itu dalam makalah ini, penulis mengambil baku mutu tanah berdasarkan uraian Darmono (1995) untuk unsur-unsur logam berat dan Deptan (1983) untuk unsur-unsur K, dan Ca.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini *Cellulose microcristaline* yang digunakan sebagai binder dalam pembuatan pelet contoh tanah. Beberapa plat logam-logam murni (*purity* $\pm 99.99\%$) Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, W, Sn, Ti, Zr, Mo dari *GoodFellowBox Standard* yang digunakan sebagai standar dan menentukan sensitifitas alat spektrometri pendar sinar-x (XRF).

Peralatan yang digunakan untuk membuat pelet contoh tanah adalah alat *hydraulic press*. Pengukuran unsur-unsur dalam contoh tanah menggunakan spektrometer pendar sinar-x sistem *Annular source* buatan ORTEC, yang terdiri dari detektor PopTop semikonduktor Si(Li), sumber tegangan kerja (*high voltage*) - 500 volt, penguat awal (*Pre-amplifier*), penguat akhir (*Amplifier*), ADC (*Analog to Digital Converter*), pencacah salur ganda (MCA) MAESTRO, dan paket program analisis spektrum QXAS-AXIL (*Quantitative X-Ray Analysis System-Analysis of X-Ray Spectra by Iterative Least-squares fitting*) dilengkapi program analisis kuantitatif QAES (*Quantitative Analysis of Environmental Samples*). Sebagai sumber pengekstasi digunakan ^{109}Cd dan ^{55}Fe , dengan aktivitas masing-masing 20 mCi (30/08/95). Peralatan lain yang digunakan adalah timbangan analitik, desikator dan pinset.

Contoh tanah dicuplik di berbagai lokasi dengan volume 5 liter dan dimasukkan ke dalam wadah plastik yang tertutup rapat. Contoh tanah tersebut kemudian dikeringkan pada suhu kamar dan digerus halus (± 200 mesh) dan homogenkan. Timbang contoh tanah tersebut sebanyak $\pm 0,5$ gram kemudian dipress menjadi pelet dengan diameter 2,2 cm dengan alat

hydraulic press pada tekanan 20 – 25 ton/inch². Pelet contoh tanah tersebut kemudian ditimbang lalu ditutup plastik mylar agar tidak mengotori detektor XRF dan disimpan dalam desikator sebelum dicacah..

Alat XRF dikalibrasi dan diukur sensitifitasnya untuk masing-masing unsur dengan beberapa plat logam-logam murni (*purity* $\pm 99.99\%$) Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, W, Sn, Ti, Zr, Mo dari *GoodFellowBox Standard*. Kandungan unsur dengan nomor atom menengah sampai besar (*medium dan heavy element*) diukur dengan sumber pengekstasi ^{109}Cd . Kandungan unsur dengan nomor atom kecil (*light element*) diukur dengan sumber pengekstasi ^{55}Fe . Contoh tanah dicacah selama 3000 detik dengan lebar jendela 1 Kb (0 - 1023 saluran).

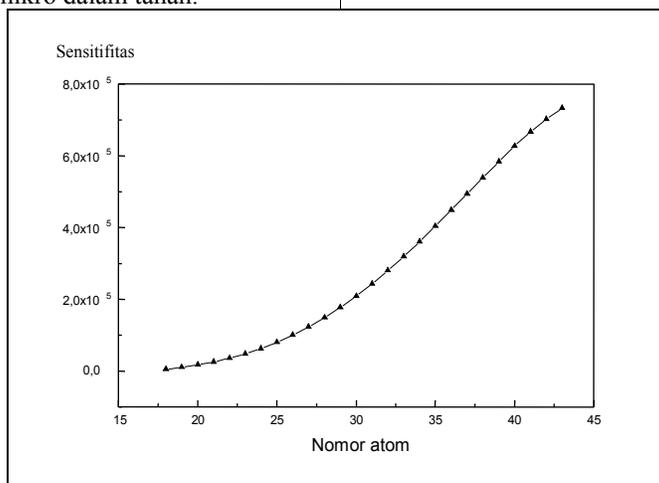
Masing-masing plat logam murni diletakkan secara bergantian di permukaan detektor dan dicacah selama ± 30 menit, lalu spektrum disimpan di dalam disket dan diolah dengan menggunakan program QXAS-AXIL. Data sensitifitas, hasil cacahan, tetapan fisika dan parameter spektrometer yang didapat dimasukkan sebagai *input data* kedalam program QAES yang kemudian digunakan untuk analisis kuantitatif contoh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

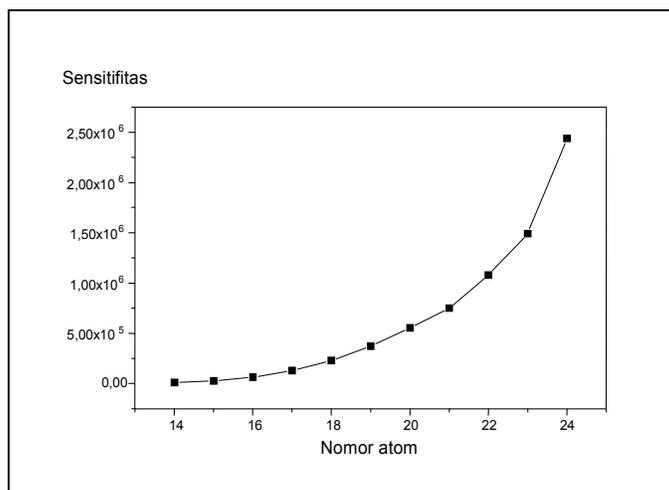
Hasil pengukuran sensitifitas alat menggunakan sumber pengekstasi ^{55}Fe dan ^{109}Cd , yaitu plot antara *sensitifitas* dengan *nomor atom* masing-masing unsur terlihat pada Gambar 2a dan 2b. Dari gambar terlihat, makin besar nomor atom makin tinggi sensitifitasnya. Hal ini menunjukkan bahwa unsur dengan nomor atom yang mendekati nomor atom sumber pengekstasi mempunyai sensitifitas yang lebih tinggi dibandingkan unsur dengan nomor atom yang menjauhi nomor atom sumber pengekstasi.

Hasil pengukuran kandungan unsur-unsur dalam tanah di berbagai lokasi dapat diketahui pada Tabel 2. Konsentrasi unsur-unsur dalam tanah di Lampung A dan Lampung B bernilai sama atau hampir berdekatan adalah unsur-unsur V, Co, Cu, Zn, dan Pb, sedangkan konsentrasi unsur-unsur yang berbeda jauh nilainya adalah unsur P, S, Cl, K, Ca, Mn, dan Fe. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi unsur-unsur dalam satu wilayah penelitian di daerah Lampung sebagian besar berbeda jauh, walaupun lokasi pencuplikan contoh berbeda jarak sekitar 50 km antara tanah Lampung A dan B. Konsentrasi unsur yang bernilai tinggi pada contoh tanah Lampung A dan B adalah unsur P,

S, Cl, K, Ca, dan Fe. Unsur-unsur ini merupakan hara-hara makro dan mikro dalam tanah.



Gambar 2a. Sensitifitas untuk K - line dengan sistem annular source ¹⁰⁹Cd



Gambar 2b. Sensitifitas untuk K - line sistem annular source ⁵⁵Fe

Konsentrasi rerata unsur-unsur dalam tanah di Paiton baik pada musim kemarau dan musim hujan tidak terlalu beda jauh. Hanya beberapa unsur terlihat lebih tinggi konsentrasinya pada musim hujan daripada pada musim kemarau yaitu unsur P dan S. Sebaliknya konsentrasi unsur-unsur Ca, V, Mn, Fe, Co, dan Zn lebih tinggi pada musim kemarau dibandingkan pada musim hujan. Sedangkan konsentrasi unsur-unsur dalam tanah di Paiton pada musim kemarau dan musim hujan bernilai sama atau hampir berdekatan adalah unsur-unsur Cl, K, Cu, dan Pb. Konsentrasi unsur yang bernilai tinggi dalam tanah di Paiton pada musim kemarau dan musim hujan adalah unsur P, S, Cl, K, Ca, dan Fe.

Perbandingan konsentrasi rerata unsur-unsur dalam tanah di Jepara pada musim kemarau dan musim hujan sebagian besar lebih tinggi daripada konsentrasi rerata unsur-unsur dalam tanah di Paiton, kecuali unsur K dan Ca berlaku sebaliknya. Beberapa unsur terlihat lebih tinggi konsentrasinya di Jepara pada musim hujan daripada pada musim kemarau yaitu unsur P, Cl, K, Ca, dan Fe. Sebaliknya konsentrasi unsur-unsur S, V, Cu, dan Zn lebih tinggi pada musim kemarau dibandingkan pada musim hujan. Sedangkan konsentrasi unsur-unsur dalam tanah di Jepara pada musim kemarau dan musim hujan bernilai sama atau hampir berdekatan adalah unsur-unsur Mn, Co, dan Pb. Unsur-unsur yang

konsentrasinya tinggi pada contoh tanah di

Jejara pada musim kemarau dan musim hujan adalah unsur P, S, Cl, K, Ca, dan Fe.

Tabel 2. Hasil pengukuran konsentrasi unsur-unsur (ppm) dalam tanah di berbagai lokasi

No.	Unsur	NA	Konsentrasi (ppm)											
			Lamp A	Lamp B	Paikem	Paihu j	Jepkem	Jephu j	Sums5	Sums20	Btnd	Pusp	P2TBDU	Karet
1	P	15	2100	1080	1740	2610	1750	2790	1750	1840	1880	4270	741	4160
2	S	16	858	253	301	311	899	567	677	533	665	1020	252	857
3	Cl	17	440	150	152	155	426	456	324	296	582	570	127	334
4	K	19	606	1230	2380	2385	504	818	790	805	205	316	137	232
5	Ca	20	393	660	2510	1610	198	269	171	264	324	360	282	278
6	V	23	18,20	12,30	20,60	12,90	16,50	14,50	15,50	21,20	14,70	13,70	15,10	13,70
7	Mn	25	12,20	5,99	15,40	12,30	25,50	22,00	19,10	6,78	59,50	9,52	25,20	22,30
8	Fe	26	929	499	918	851	1290	1310	781	964	1240	1180	1220	1150
9	Co	27	3,74	2,71	5,08	3,68	5,49	4,91	3,75	4,57	7,08	3,82	6,98	5,33
10	Cu	29	0,90	0,86	1,16	1,14	2,25	1,28	0,93	1,47	1,22	0,93	0,83	1,03
11	Zn	30	0,86	0,58	0,94	0,84	1,98	1,63	1,91	1,19	1,00	1,92	1,10	1,27
12	Pb	82	0,39	0,47	0,39	0,43	0,42	0,44	1,21	0,85	0,42	0,41	0,38	0,44

Keterangan :

Lamp A :	Tanah Lampung A	Sums20 :	Tanah Sumsel jarak 20 cm
Lamp B :	Tanah Lampung B	Sums5 :	Tanah Sumsel jarak 5 cm
Paikem :	Tanah Paiton kemarau	Btnd :	Tanah Batan Indah
Paihu j :	Tanah Paiton hujan	Pusp :	Tanah Puspitek Serpong
Jepkem :	Tanah Jejara kemarau	P2TBDU :	Tanah P2TBDU Serpong
Jephu j :	Tanah Jejara hujan	karet :	Tanah kebun karet

Perbedaan kedalaman tanah ternyata berpengaruh pada konsentrasi unsur-unsur yang dikandungnya. Sebagian besar konsentrasi unsur-unsur dengan kedalaman tanah 20 cm lebih tinggi daripada konsentrasi pada kedalaman 5 cm, unsur-unsur tersebut adalah P, K, V, Fe, Ca, Co, dan Cu. Sebaliknya unsur S, Cl, Mn, Zn, dan Pb lebih banyak pada tanah dengan kedalaman 5 cm. Unsur-unsur yang bernilai konsentrasi tinggi dengan beda kedalaman ini adalah unsur P, S, Cl, K, Ca, dan Fe.

Sebagian besar konsentrasi unsur-unsur dalam tanah di Perumahan Puspitek Serpong lebih tinggi daripada konsentrasi di Perumahan Batan Indah Serpong, unsur-unsur tersebut adalah P, S, K, Ca, dan Zn. Akan tetapi unsur-unsur Cl, Mn, Fe, Co dan Cu berlaku sebaliknya lebih tinggi pada tanah di perumahan Batan Indah. Sedangkan konsentrasi unsur-unsur dalam tanah di Perumahan Puspitek Serpong dan Batan Indah bernilai sama atau hampir berdekatan adalah unsur-unsur V dan Pb.

Perbedaan konsentrasi unsur-unsur pada tanah yang digunakan untuk usaha, seperti untuk kantor di P2TBDU – BATAN dan untuk

tanaman di perkebunan karet terlihat berbeda jauh, walaupun ada beberapa unsur yang bernilai sama atau berdekatan. Sebagian besar konsentrasi unsur-unsur di tanah perkebunan karet lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi di P2TBDU yaitu unsur-unsur P, S, Cl, K, dan Cu. Sebaliknya konsentrasi unsur-unsur yang lebih tinggi di P2TBDU yaitu hanya unsur V, Mn, Fe, dan Co. Sedangkan konsentrasi unsur-unsur yang bernilai sama atau hampir berdekatan adalah unsur-unsur Ca, Zn, dan Pb.

Konsentrasi unsur P dalam tanah sebagian besar tinggi di semua lokasi penelitian. Unsur P merupakan komponen utama dalam tanaman yaitu sekitar 0,2 - 0,4 % atau 2000 – 4000 ppm. Unsur P merupakan komponen utama dari proses fotosintesis. Unsur P biasanya terkandung dalam berbagai pupuk. Pupuk tersebut penting untuk tanah yang mengalami defisiensi unsur P, terutama tanah yang sering tidak dipupuk. Seperti halnya nitrogen, unsur P harus ada dalam bentuk anorganik sederhana sebelum diadsorpsi oleh tanaman. Unsur P biasanya dalam bentuk ion ortofosfat ($H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-}) yang merupakan jenis paling tersedia untuk tanaman

pada pH tanah mendekati netral. Dalam tanah yang relatif asam, ion ortophosphat diendapkan atau desorpsi oleh ion-ion Al^{3+} dan Fe^{3+} . Dalam tanah basa, ion orthophosphat dapat bereaksi dengan kalsium karbonat ($CaCO_3$) membentuk senyawa hydroxylapatite yang relatif tidak larut. Akibat dari reaksi tersebut, unsur P yang digunakan sebagai pupuk fosfat sedikit yang tercuci dari tanah [7, 8, 9]. Berdasarkan informasi-informasi tersebut, konsentrasi rerata unsur P dari berbagai lokasi penelitian sudah memenuhi nilai sekitar 0,2 -0,4 % untuk kebutuhan tanaman, kecuali konsentrasi unsur P dalam tanah di P2TBDU yang bernilai sangat rendah. Dengan demikian tanah di P2TBDU kurang cocok untuk ditanam suatu tanaman, kecuali tanah tersebut perlu diberi pupuk yang mengandung unsur nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). Konsentrasi unsur P dalam tanah di Paiton dan di Jepara pada musim hujan lebih tinggi daripada konsentrasi pada musim kemarau. Hal ini berarti kandungan unsur P dalam tanah pada musim kemarau lebih banyak diadsorpsi oleh tanaman (terutama oleh daun) dibandingkan adsorpsi unsur P pada musim hujan yang lebih banyak teradsorb di tanah. Unsur P lebih rendah pada lapisan permukaan tanah (± 5 cm) daripada unsur P pada tanah yang lebih dalam (± 20 cm). Hal ini terkait dengan fungsi unsur P untuk pertumbuhan akar tanaman, pembentukan protein, transfer energi dan molekul-molekul penyimpanan (ADP, ATP) pada tanaman [8].

Secara keseluruhan konsentrasi unsur K dari hasil penelitian ini tergolong kriteria rendah, menurut kriteria dari Departemen Pertanian, karena konsentrasi unsur K dalam tanah sekitar 0,2 % (2000 ppm). Sebenarnya tanaman memerlukan kandungan kalium dalam tanah relatif tinggi yang diperlukan untuk pertumbuhan. Tanaman membutuhkan kalium sebesar 1 % (10.000 ppm). Kalium mengaktifkan beberapa enzim dan memegang peranan penting dalam keseimbangan air di dalam tanaman sebagai transformasi karbohidrat. Unsur K membantu pembentukan protein, fotosintesis, kualitas buah-buahan dan pengurangan penyakit pada tanaman. Hasil-hasil pertanian biasanya berkurang sangat besar pada tanah yang mengalami defisiensi kalium. Unsur K ditawarkan ke tanaman dalam bentuk mineral-mineral tanah, bahan-bahan organik dan sebagai pupuk. Bila pupuk yang mengandung nitrogen ditambahkan ke dalam tanah, maka pelepasan kalium dari dalam tanah akan besar untuk

produktivitas tanaman. Kalium merupakan salah satu unsur yang terkandung dalam kerak bumi sebesar 2,6 %, tetapi kalium ini tidak mudah tersedia di dalam tanaman [7]. Kalium yang dapat dipertukarkan di dalam mineral-mineral tanah liat relatif lebih tersedia bagi tanaman. Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa tanah di Paiton dan di Lampung mempunyai konsentrasi unsur K yang lebih tinggi daripada tanah lain. Sebaliknya konsentrasi unsur K yang paling rendah berada di P2TBDU. Oleh karena itu tanah di P2TBDU kurang tepat ditanam suatu tanaman, kecuali tanah tersebut diberi pupuk. Pengaruh musim berpengaruh pada konsentrasi unsur K. Tanah di Jepara dan Paiton sedikit lebih banyak kandungan unsur K pada musim hujan daripada kandungan pada musim kemarau. Unsur K lebih sedikit pada lapisan permukaan tanah (± 5 cm) daripada unsur P pada tanah yang lebih dalam (± 20 cm). Hal ini terkait dengan sifat K yang mudah bergerak antara tanaman dan larutan dalam tanah sebagai ion yang dengan mudah lepas ke ekosistem [8, 9].

Konsentrasi unsur S dari hasil penelitian sebagian besar kurang dari 0,1 % (1000 ppm) yang diperlukan untuk tanaman, padahal keperluan unsur S sebagai hara-hara makro dalam tanah untuk produksi protein (terutama asam amino) pada tanaman minimal 0,1 % [8]. Hanya tanah di Lampung A, Jepara, Puspitek dan kebun karet yang mendekati konsentrasi 0,1 %. Tanah di P2TBDU dan Lampung B yang mengandung unsur S terkecil dari beberapa lokasi penelitian. Peranan unsur S dalam tanah berperan dalam peningkatan aktivitas, perkembangan enzim dan vitamin, membantu pembentukan klorofil, peningkatan pertumbuhan akar dan produksi semai, serta membantu pertumbuhan tanaman dengan cepat, serta ketahanan terhadap dingin. Sulfur (S) di dalam tanah dapat berasal dari air hujan, dari beberapa pupuk sebagai pengotor khususnya pupuk tingkat rendah. Penggunaan gipsum juga meningkatkan level S dalam tanah [9]. S diasimilasi tanaman sebagai ion sulfat, SO_4^{2-} [7].

Tanaman memerlukan unsur Ca dalam tanah sebesar 0,5 % (5000 ppm) [8]. Tanaman menggunakan Ca untuk membangun dinding sel [8, 9]. Biasanya tanah kekurangan Ca relatif tidak umum [7]. Pengapuran digunakan untuk mengolah tanah-tanah asam yang memberikan lebih banyak Ca yang dibutuhkan tanaman. Tetapi pengambilan Ca oleh tanaman dan pencucian oleh asam karbonat dapat menyebabkan defisiensi Ca dalam tanah. Tanah

asam masih dapat mengandung Ca dalam jumlah cukup, tetapi karena adanya persaingan dengan ion H^+ , ion Ca^{2+} tidak tersedia untuk tanaman. Cara ini dapat diatasi dengan menaikkan pH mendekati netral. Dalam tanah basa dengan adanya kandungan Na, Mg, dan K yang tinggi, kadang menyebabkan defisiensi Ca, karena ion-ion tersebut bersaing dengan ion Ca^{2+} , sehingga tidak tersedia untuk tanaman. Oleh karena itu konsentrasi unsur Ca dari hasil penelitian sebagian besar tergolong rendah, konsentrasi reratanya, menurut Departemen Pertanian (1983), dibawah 2 % (20.000 ppm). Kemungkinan disebabkan adanya unsur K yang tinggi dan bersaing dengan unsur Ca. Konsentrasi unsur Ca tertinggi terdapat dalam tanah di Paiton, sedangkan konsentrasi terendah berada di Sumatra Selatan. Sumber Ca terbanyak pada tanah berkapur (*limestone*), gypsum dan superfosfat ($Ca(H_2PO_4)_2$). Unsur Ca terikat di dinding sel tanaman, sehingga tidak akan tercuci dari daun dan tidak mengalami sirkulasi dalam tanaman. Akan tetapi Ca tetap tercuci atau terjadi kerusakan, bila berada di lapisan permukaan tanah, karena pengaruh cuaca seperti hujan atau angin [8]. Oleh karena itu unsur Ca dalam tanah di Sumatra Selatan dengan kedalaman 5 cm lebih kecil konsentrasinya dibandingkan konsentrasi Ca pada kedalaman 20 cm.

Unsur Cl, Cu, Fe, Mn, Zn, dan V dari hasil penelitian ini termasuk hara-hara mikro di dalam tanah. Unsur-unsur tersebut diperlukan oleh tanaman hanya pada konsentrasi sangat rendah dan sering toksik pada tingkat yang lebih tinggi [7]. Tanaman membutuhkan unsur-unsur mikro lebih kecil daripada 0,01 % (100 ppm) [8]. Konsentrasi unsur V, Mn, Cu, dan Zn dari hasil penelitian ini reratanya di bawah 100 ppm, kecuali konsentrasi unsur Cl dan Fe yang reratanya di atas 100 ppm. Unsur Mn, Fe, Cl, Zn, dan V terlibat dalam percepatan terjadinya fotosintesa [7]. Unsur Cl berguna untuk membantu metabolisme pertumbuhan tanaman. Unsur Cl lebih banyak ditemukan di dalam tanah daripada di dalam tanaman [9]. Unsur Cu penting untuk pertumbuhan reproduksi tanaman, membantu metabolisme akar, membantu pemanfaatan protein, dan sebagai aktivator enzim ditemukan banyak di dalam kloroplas daun [8, 9]. Unsur Cu banyak terdapat di tanah pasir yang banyak mengandung asam [8]. Konsentrasi Cu dari hasil penelitian ini rerata sekitar 1 ppm. Dengan demikian konsentrasi Cu ini masih dalam rentang konsentrasi yang ditetapkan Darmono (1995) yaitu 1 sampai 300

ppm, termasuk kandungan unsur alami dalam tanah (bukan pencemaran)[1]. Unsur Fe berperan dalam pembentukan klorofil, pembawa elektron di dalam enzim-enzim dan sebagai fiksasi nitrogen [8, 9]. Tanaman membutuhkan Fe dalam tanah maksimum 100 ppm [8]. Sedangkan konsentrasi Fe dalam tanah dari penelitian ini reratanya sekitar 1000 ppm. Fe terutama berasal dari suatu material induk yang mengalami kerusakan secara kimia dan tidak diabsorpsi tanaman dalam jumlah yang besar. Konsentrasi Fe ditemukan dalam tanaman lebih rendah daripada konsentrasi Fe di dalam tanah. Pergerakan Fe di dalam tanah lebih banyak karena proses kimia secara horisontal di dalam tanah daripada pergerakan vertikal dengan bahan organik atau biomassa. Keberadaan Fe memberi warna kemerah-merahan pada tanah, dan ketidakhadiran Fe meninggalkan warna keabuan [8]. Unsur Mn banyak terdapat di dalam tanah yang mengandung asam dan mencapai tingkat toksik di bawah pH 6,5. Umumnya Mn terlepas dari tanah asam dan deposit pada lapisan tanah basa [8]. Banyak tanaman mengandung sekitar 50 ppm Mn yang banyak berfungsi untuk fotosintesis, respirasi, dan metabolisme nitrogen, karena Mn membentuk jembatan antara enzim dan substratnya [8, 9]. Berdasarkan keterangan tersebut, kemungkinan tanah di Batan Indah Serpong termasuk tanah asam, karena konsentrasi Mn dari hasil penelitian ini adalah 59,5 ppm. Unsur Zn berperan dalam pertumbuhan hormon pengontrol, transformasi karbohidrat, mengelola konsumsi gula, dan membantu sintesis protein [8, 9]. Zn di dalam tanah banyak diadsorpsi Mg. Tanaman mengandung Zn reratanya sekitar 20 ppm [8]. Hal ini sebanding dengan konsentrasi Zn dalam tanah yang disebutkan Darmono (1995) yaitu 10 sampai 300 ppm, rerata 50 ppm. Akan tetapi dalam penelitian ini hanya diperoleh Zn sekitar 1 ppm pada semua lokasi penelitian. Dengan demikian konsentrasi Zn ini sangat rendah dibandingkan dengan konsentrasi Zn yang dibutuhkan tanaman. Walaupun demikian hal ini tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman, karena Zn termasuk hara mikro dalam tanah yang hanya sedikit diperlukan tanaman.

Unsur Pb yang terkandung di tanah, bagi tanaman dianggap sebagai polutan. Pb ada di dalam tanah berbentuk asam kompleks dengan bahan organik dalam tanah dan terakumulasi dalam jaringan organik dari tanaman [7, 8]. Logam berat yang terikat dengan asam kompleks dan garam kompleks dalam tanah, kurang dapat

digunakan oleh akar tanaman daripada ion logam yang bebas, seperti ion Zn^{2+} . Sedangkan ion logam yang terikat tersebut kurang toksik terhadap tanaman. Toksikitas logam berat, seperti Zn, Cu, Cd dan Pb dalam pertumbuhan tanaman tergantung pada kondisi lingkungan luar tanaman tersebut, terutama pada tanaman bibit dan sistem akarnya. Derajat toksisitas logam dipengaruhi oleh ketersediaan logam, lama terjadinya toksisitas, interaksi dengan logam lain dalam tanah, status nutrisi, umur, dan infeksi mycorrhiza pada tanaman [7]. Beberapa spesies tanaman termasuk rumput, tanaman perdu dan pohon dapat mentolerir toksisitas logam, spesies tertentu yang peka akan menderita keracunan, meskipun dalam konsentrasi yang rendah. Menurut Darmono (1995), kandungan Pb dalam tanah secara alami dengan kisaran non pencemaran adalah sebesar 2 sampai 200 ppm, sedangkan konsentrasi reratanya 10 ppm [1]. Menurut Ferguson (1990), kandungan Pb pada tanah yang tidak terkontaminasi adalah 10 – 20 ppm [6]. Konsentrasi unsur Pb dalam penelitian ini adalah rerata sekitar 1 ppm. Dengan demikian tanah-tanah dalam penelitian ini tidak tercemar unsur Pb.

Seperti unsur Pb, unsur Co termasuk logam berat sebagai polutan bagi beberapa tanaman. Menurut Darmono (1995), kandungan Co dalam tanah secara alami dengan kisaran non pencemaran adalah sebesar 1 sampai 40 ppm dengan reratanya 8 ppm [1]. Sedangkan konsentrasi Co dalam tanah-tanah dari hasil penelitian ini sekitar 2 sampai 8 ppm. Dengan demikian tanah-tanah tersebut tidak tercemar unsur Co.

KESIMPULAN

Tanah-tanah di kebun karet, P2TBDU-BATAN, Sumatra Selatan, Jepara, Batan Indah lebih bersifat asam daripada tanah-tanah di Lampung, Paiton, dan Puspitek Serpong. Tanah-tanah di Paiton dan Lampung tidak terlalu perlu diberi pupuk (terkandung unsur utama N, P dan K) dibandingkan tanah-tanah di Sumatra Selatan, Jepara, Batan Indah, kebun karet, Puspitek Serpong dan P2TBDU-BATAN yang perlu diberi pupuk untuk kesuburan tanaman. Tanah di Paiton dan Jepara pada musim hujan lebih subur dibandingkan tanah tersebut pada musim kemarau. Tanah yang lebih dalam (± 20 cm dari permukaan tanah) lebih subur dibandingkan tanah yang kedalamannya dekat permukaan (± 5 cm). Tanaman yang tumbuh pada lokasi

penelitian ini tidak terkontaminasi logam berat Pb, Co, Zn, Fe dan Cu yang berasal dari tanah.

DAFTAR PUSTAKA

1. DARMONO, Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup, Cetakan Pertama, Universitas Indonesia, Jakarta, 1995.
2. SETIAWATI, K., Kualitas tanah, Kumpulan Makalah Kualitas dan Pengelolaan Pencemaran Lingkungan, Program Pasca sarjana, IPB Bogor, 1998.
3. HARDJOWIGENO, S., Ilmu Tanah, CV Akademika Pressindo, Jakarta, 1995.
4. ARSYAD, Pengawetan Tanah dan Air, Faperta IPB, Bogor, 1989.
5. ANONYMOUS, Rancangan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Pedoman Penetapan Baku Mutu Tanah, Januari 1994.
6. FERGUSON, J.E., The Heavy Elements : Chemistry, Environmental Impact and Health Effects, Pergamon Press, Oxford, 1990.
7. SAENI, M.S., Zat-zat Pencemar Udara, Bahan Pengajaran Kimia Lingkungan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor, 131-133, 1989.
8. ANONYMOUS, Introduction to Soil Elements, Movement of metals in the soil of a Pitch Pine Forest, <http://www.yale.edu/fes519b/pitchpine/elements.html>.
9. ANONYMOUS, Plant Nutrients, <http://www.agr.state.nc.us/cyber/kidswrld/plant/nutrient.htm>.

TANYA JAWAB

Poppy Intan Tjahaja

- Unsur-unsur apa saja yang dapat dianalisis dengan metode XRF?
- Sampel tanah dapat langsung diukur atau harus dilakukan preparasi secara kimia?

Gatot Suhariyono

- Unsur yang bernomor atom rendah tidak bisa diukur dengan metode XRF (unsur natrium ke bawah tidak bisa).
- Diukur secara langsung dalam bentuk pelet.

Sukirno

- Berapa batas deteksi alat yang digunakan untuk analisis unsur tersebut?
- Berapa batas yang diijinkan kandungan dalam tanah setiap unsur?
- Pakai standar apa untuk analisis unsur tersebut?

Gatot Suhariyono

- Batas deteksi alat XRF ditentukan berdasarkan sensitivitas alat dibandingkan nomor atom masing-masing unsur (Gambar 2a dan 2b dalam makalah).
- Lihat dalam pembahasan batasan yang diijinkan setiap unsur.
- Standar logam murni dengan kemurnian 99% untuk penentuan sensitivitas alat XRF, dan program Q XAS – AXIL untuk analisis kuantitatif masing-masing unsur.