

PATTERN OF POTASSIUM RELEASE FROM SLOW RELEASE FERTILIZER POTASSIUM CHLORIDE-BENTONITE FERTILIZER

Carver, J.M¹⁾; Suarya, P.²⁾; Irdhawati.³⁾

¹⁾Program Studi Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bali; jmarchcarver@gmail.com

²⁾Program Studi Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bali; putusuarya@unud.ac.id

³⁾Program Studi Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bali; irdhawati@unud.ac.id.

Abstract: Potassium has an important role in the process of plant growth, but its presence and availability in the soil are limited, because potassium is easily lost and flows out by water. Increasing the efficiency of potassium fertilization can be pursued through the formulation of fertilizer in the form of slow-release fertilizer (SRF) using bentonite. This study aimed to determine the release of potassium in potassium chloride fertilizer into the soil after bonding with acid-activated bentonite coated with potassium chloride. The composition of the KCl fertilizer made varies with bentonite with a mass ratio (g) of 1:1; 2:1; 3:1; 4:1; and 5:1, with a percolation time of 28 days. The concentration of released potassium was determined using an atomic absorption spectrophotometer. Material characterization was carried out by FTIR. The results showed that the ratio 1:3 had the highest potassium content of 45.12% with an incubation time of 28 days. The concentration of released potassium on day 7; 14; 21; and 28 respectively (12.55±1.25)%, (28.39±1.49)%, (5.91±0.98)%, and (70.49±1.36)%. The results of the characterization of the determination of the fungal group on SRF3 were not significantly different from that of activated bentonite. Even though there were differences in the intensity of certain peaks and changed the functional groups.

Keywords: Potassium Chloride; Bentonite; Fertilizer; Slow Release Fertilizer

Abstrak: Kalium memiliki peranan penting dalam proses pertumbuhan tanaman, namun keberadaan dan ketersediaannya di dalam tanah terbatas, karena kalium mudah hilang dan mengalir keluar oleh air. Peningkatan efisiensi pemupukan kalium dapat diupayakan melalui formulasi pupuk berupa pupuk slow release (SRF) dengan menggunakan bentonit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pelepasan kalium dalam pupuk kalium klorida ke dalam tanah setelah pengikatan dengan bentonit teraktivasi asam yang dilapisi dengan kalium klorida. Komposisi pupuk KCl yang dibuat bervariasi dengan bentonit dengan perbandingan massa (g) 1:1; 2:1; 3:1; 4:1; dan 5:1, dengan waktu perkolasi 28 hari. Konsentrasi kalium yang dilepaskan ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Karakterisasi material dilakukan oleh FTIR. Hasil penelitian menunjukkan rasio 1:3 memiliki kandungan kalium tertinggi sebesar 45,12% dengan waktu inkubasi 28 hari. Konsentrasi kalium yang dilepaskan pada hari ke 7; 14; 21; dan 28 berturut-turut (12,55±1,25)%, (28,39±1,49)%, (5,91±0,98)%, dan (70,49±1,36)%. Hasil karakterisasi penentuan kelompok jamur pada SRF3 tidak berbeda nyata dengan bentonit teraktivasi. Walaupun ada perbedaan intensitas puncak tertentu dan mengubah gugus fungsi.

Kata kunci: Kalium Klorida; Bentonite; Pupuk; Pupuk Slow Release

1. PENDAHULUAN

Kalium dibutuhkan tanaman untuk proses fotosintesis dan fiksasi CO₂. Fungsi kalium yang lainnya adalah esensial dalam sintesis protein, penting dalam pemecahan karbohidrat yaitu proses pemberian energi bagi tanaman, membantu dalam kesetimbangan ion dalam tanaman, dan penting dalam translokasi logam-logam berat seperti Fe, membantu dalam

ketahanan terhadap penyakit dan iklim yang tidak menguntungkan (Winarso, 2005). Permasalahan utama kalium terletak pada ketersediaan di dalam tanah yang rendah. Ketersediaan kalium di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh faktor kuantitas, intensitas K dan kapasitas penyangga K atau potential buffering capacity (PBC) (Hunsigi, 2011).

Pupuk Kalium klorida (KCl) adalah salah satu pupuk kalium yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan tanaman, yang memiliki kandungan kalium sebesar 60% K₂O. Pupuk KCl memiliki keunggulan untuk meningkatkan kualitas dan produksi tanaman, membantu tanaman untuk lebih tahan dari serangan hama dan penyakit (Alfy dan Handoyo 2022).

Penelitian mengenai pupuk *slow release fertilizer* (SRF) telah banyak dilakukan di berbagai negara. Menurut Li et al (2022) pupuk lepas lambat mempunyai keunggulan yaitu biayarendah dan efisiensi tinggi. Madzokere et al (2021) melaporkan bahwa pupuk lepas lambat menunjukkan kinerja yang lebih unggul dibandingkan pupuk curah atau pupuk konvensional. Uji pelindian (proses ekstraksi mineral zat padat cara melarutkannya dalam cairan) fosfat yang dilakukan selama periode 50 menit menunjukkan konsentrasi fosfat terlindi 0,002 mol/dm³ dan 0,008 mol/dm³ masing-masing untuk pupuk nano slow release dan pupuk NPK konvensional. Penelitian Eddarai et al (2022) tentang film komposit berbasis kitosan *biodegradable* sebagai pelapis pupuk NPK memperoleh hasil pelepasan fosfor dari NPK terlapis kitosan clay *biodegradable* pelepasan tertunda secara signifikan dibandingkan dengan NPK tidak terlapis kitosan *clay biodegradable*.

Komposisi bentonit sebagai adsorben dan pupuk kalium klorida sebagai adsorbat perlu ditentukan untuk mengetahui daya serap bentonite terhadap kalium, sehingga konsentrasi kalium dalam pupuk KCl yang terlepas ke dalam tanah dapat diketahui.

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan meliputi lempung bentonit dari PT Brataco, KCl, H₂SO₄ 98%, CaCl₂, HCl, HNO₃, dan KBr (Merck), kertas lakmus biru dari Nesco Lab, dan air suling.

Alat Penelitian

Pada penelitian ini alat-alat yang digunakan meliputi botol plastik polietilen, gelas Beker, *magnetic stirrer* SH₂, ayakan 100 mesh, kertas saring Whatman No 41, neraca analitik Labtronic, *Fourier-transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) Shimadzu/IR prestige-21, dan *Atomic Absorption Spectrophotometers* (AAS) Shimadzu AA-7000 Series.

Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Program Studi Kimia Bukit Jimbaran, pemakaian FTIR dan AAS di Laboratorium Bersama Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Prosedur Kerja

Pembuatan larutan H_2SO_4 1,5 mol/L

Untuk membuat H_2SO_4 1,5 mol/L yaitu diambil dengan pipet ukur 81,5 mL asam sulfat pekat 98%, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL yang telah berisi 500 mL aquades. Selanjutnya ditambahkan aquades hingga tanda batas, dan larutan dikocok hingga larutan homogen.

Pembuatan larutan NaOH 2 mol/L

Untuk membuat larutan NaOH 2 mol/L yaitu ditimbang NaOH sebanyak 80 gram, dilarutkan dalam gelas beaker dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Selanjutnya ditambahkan air suling hingga tanda batas, lalu dikocok hingga larutan homogen.

Pembuatan larutan *suppressor* CaCl_2 0,1 mol/L

Padatan CaCl_2 ditimbang sebanyak 6,34 gram, dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Selanjutnya ditambahkan aquades hingga tanda batas lalu larutan dikocok hingga homogen.

Aktivasi bentonit dengan H_2SO_4 1,5 mol/L

Sebanyak 500 gram serbuk bentonit didispersikan ke dalam 1000 mL larutan H_2SO_4 1,5 mol/L dan diaduk dengan pengaduk magnetik selama 24 jam. Campuran bentonit dan asam sulfat kemudian disaring. Endapan dicuci dengan larutan NaOH 2 M, dan filtrat diuji dengan kertas lakmus hingga pH 7. Padatan bentonit dikeringkan dalam oven pada temperatur 100°C selama 4 jam, kemudian didinginkan dalam desikator (Darmadinata *et al*, 2019). Selanjutnya bentonit digerus, diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

Sintesis *slow release fertilizer* (SRF) terlapisi pupuk kalium klorida (KCl)-bentonit teraktivasi asam sulfat

Sintesis SRF terlapisi pupuk kalium klorida (KCl)-bentonit teraktivasi, dilakukan komposisi pupuk KCl yang dibuat bervariasi terhadap bentonit dengan perbandingan (1:1), (2:1), (3:1), (4:1), dan (5:1). Setiap komposisi diberi label yaitu SRF1, SRF2, SRF3, SRF4, dan SRF5. Untuk SRF1 pencampuran dilakukan dengan melarutkan pupuk KCl sebanyak 10 gram dengan air suling sebanyak 100 mL dalam gelas Beker, dan diaduk hingga pupuk KCl larut sempurna dalam air. Selanjutnya ke dalam larutan pupuk KCl ditambahkan bentonit teraktivasi asam sulfat sebanyak 10 gram dan diaduk selama 4 jam. Selanjutnya campuran antara kalium klorida dengan

bentonit teraktivasi disaring dan endapan dikeringkan pada suhu 100 °C dalam oven sampai berat konstan untuk menghilangkan kandungan airnya. Untuk SRF komposisi lainnya dibuat dengan cara yang sama, dengan komposisi pupuk KCl yang berbeda-beda. Kandungan kalium total dalam endapan kering masing-masing SRF kemudian dianalisis menggunakan Spektrofotometer AAS.

Analisis kalium total SRF terlapisi Pupuk KCl-bentonit teraktivasi dengan spektrofotometer AAS

Sebanyak 2 g sampel SRF KCl-bentonit teraktivasi dimasukkan ke dalam gelas Beker 250 mL, ditambahkan 15 mL HCl pekat dan 5 mL HNO₃ pekat, dan ditutup dengan kaca arloji. Larutan dipanaskan perlahan sampai timbul asap putih pada gelas Beker. Pemanasan dilanjutkan sampai larutan bening, kemudian didinginkan. Larutan disaring ke dalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan air suling sampai tanda batas dan dihomogenkan.

Sebanyak 2,5 mL masing-masing larutan sampel dipipet, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan 5 mL larutan supressor CaCl₂. Larutan ditambahkan aquades hingga tanda batas. Konsentrasi kalium diukur dengan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 766,5 nm (BSN SNI 2803:2012).

Karakterisasi bentonit teraktivasi dan SRF pada komposisi perbandingan optimum

Sebelum pengukuran sampel terlebih dahulu dilakukan pengukuran background (blanko). Background yang biasa digunakan adalah KBr atau pellet KBr. Sampel sebanyak 10 mg dimasukkan ke dalam mortar dan ditambahkan KBr secukupnya dan digerus hingga homogen. Campuran dimasukkan ke tempat sampel kemudian dianalisis dengan FTIR.

Analisis pelepasan kadar kalium total pada SRF dengan komposisi perbandingan optimum

Pelepasan kalium dari SRF3 ke dalam tanah diuji dengan masa inkubasi sampai 28 hari. Tanah sawah yang diambil di Jalan Tukad Balian Kecamatan Denpasar Selatan sebanyak 100 g ditimbang kemudian dicampur dengan 2 gram sampel pupuk SRF yang memiliki kandungan kalium tertinggi. Sebanyak 3 botol plastik polietilen 1,5 L dipotong menjadi 2 bagian. Bagian atas botol dibalik dan diisi sampel pupuk yang sudah tercampur dengan tanah, kemudian ujung botol ditutup dan dilubangi. Selanjutnya ujung botol ditutup dengan kain agar air terlepas secara perlahan. Potongan bagian bawah botol digunakan sebagai penampung air selama proses perkolasi, dengan penambahan air suling sebanyak 100 mL setiap hari. Perkolat pada hari ke 7, 14, 21, dan 28 kemudian disaring dan kadar kalium diukur dengan AAS pada panjang gelombang 766,5 nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar kalium dalam masing-masing SRF seperti pada Tabel 1 sebagai berikut:

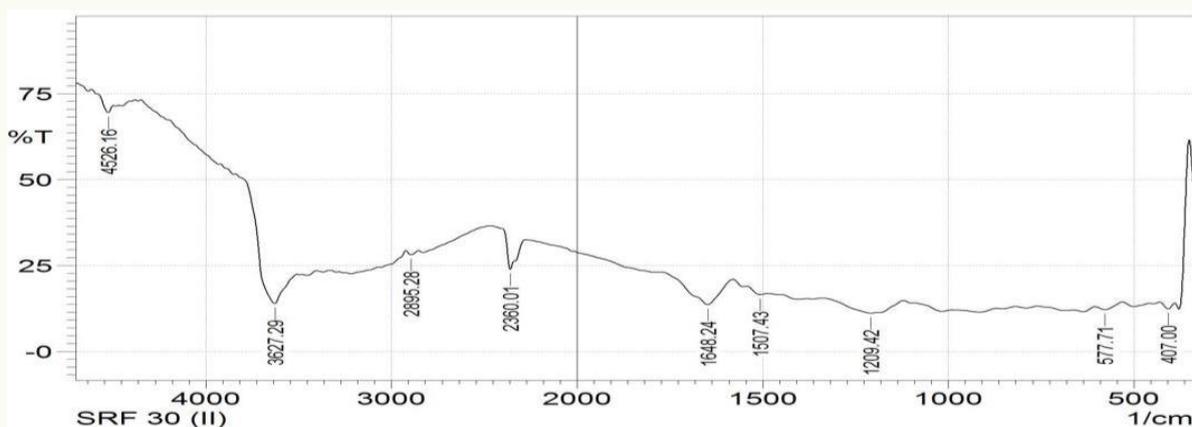
Tabel 1. Konsentrasi Kalium Total pada Pupuk SRF KCl-bentonit dengan komposisi bervariasi

Sampel	Konsentrasi K (mg/L)	Konsentrasi Kalium dalam SRF (%)
SRF1	0,3708	23,17
SRF2	0,5465	34,15
SRF3	0,7220	45,12
SRF4	0,7315	45,71
SRF5	0,7403	46,26

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh peneliti terbilang kecil. Ada beberapa hal yang menyebabkan kadar kalium dalam SRF yaitu konsentrasi kalium maksimum 46,26% artinya relatif kecil. Hal ini disebabkan karena adanya kemungkinan besar pada saat proses sintesis pupuk KCl dengan bentonit teraktivasi asam. Bentonit lebih banyak mengikat air, karena pada saat proses sintesis pupuk KCl dilarutkan terlebih dahulu dengan air suling dengan tujuan proses dispersifikasi pupuk KCl padatan ke dalam air suling. Kedua pada proses aktivasi bentonit dengan asam sulfat larutan yang digunakan sebagai dekantasi dan mencapai pH netral ditamhkannya NaOH agar suasana asam pada bentonit berubah menjadi netral. Hal ini menyebabkan situs aktif yang sudah terbentuk lebih dahulu mengikat NaOH, jadi lebih banyak situs aktif yang mengikat NaOH sesudah pupuk KCl.

Karakterisasi *fourier transform infra red* (FTIR) bentonit teraktivasi dan SRF3

SRF dengan komposisi optimum yaitu SRF3 dikarakterisasi dengan FTIR untuk menentukan gugus fungsi yang terikat. Spektrum yang diperoleh terdapat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Hasil analisis FTIR pupuk SRF3

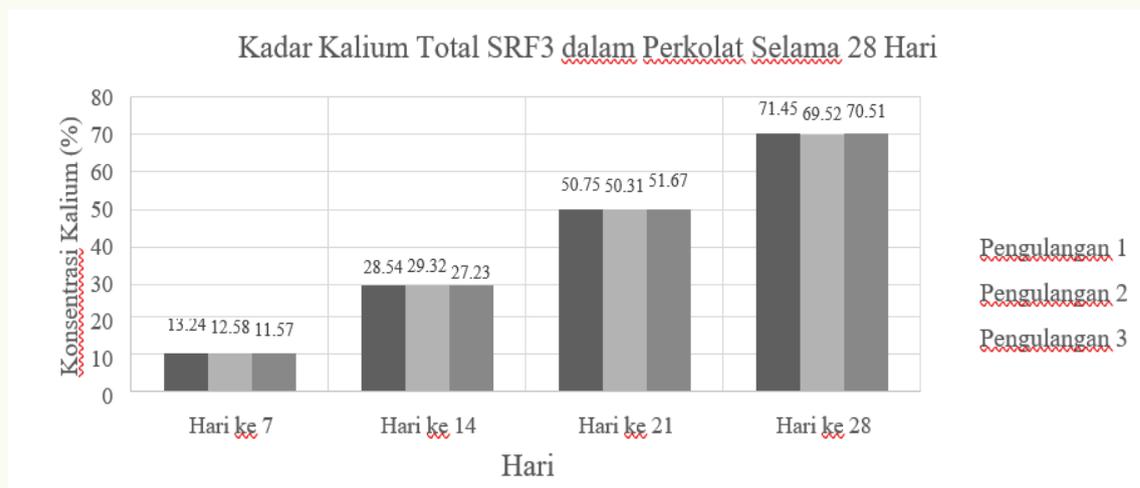
Berdasarkan spektrum Gambar 1 diperoleh pada bilangan gelombang 3627,29 cm^{-1} pada daerah stretching terdapat penurunan transmittan dan lebar, kemungkinan adanya gugus

OH (Silverstein et al, 1991). Hal ini sejalan dengan penelitian menurut Waluyo (2012) yang membahas slow release fertilizer sebagai dasar perumusan SNI pupuk urea pelepasan diperlambat, membuat pupuk SRF dengan komposisi zeolit-urea. Setelah dikarakterisasi dengan FTIR terdapat gugus Si-OH pada daerah $3700-3200\text{cm}^{-1}$ yang mirip serapan alkohol. Pada bilangan gelombang $577,71\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus Si-Cl dengan serapan pada rentang $625 - 425\text{ cm}^{-1}$. Hal ini telah dibuktikan oleh Launer (1987) yang membahas mengenai stuktur spektra dari senyawaorganosilicon yaitu gugus Si - Cl memberikan serapan pada daerah rentang $625 - 425\text{ cm}^{-1}$.

Adanya gugus Si-OH pada SRF3 merupakan gugus fungsi yang terdapat pada bentonit alam, yang membedakannya pada bentonit setelah diaktivasi adalah perbedaan intensitas pada puncak-puncak tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya aktivasi tidak merusak struktur dasar bentonit hanya terjadi dealuminasi serta penghilangan kation-kation pengotor. Spektra dari bentonit teraktivasi dapat dilihat terjadinya dealuminasi akibat aktivasi bentonit dengan asam. Sedangkan adanya gugus Si-Cl pada SRF3 merupakan hasil ikatan Van Der Waals dimana pertukaran H^+ dari asam sulfat dengan ion klorida serta adanya ion H^+ dari ikatan ionik situs aktif dari molekul H_2O dengan ion klorida.

Analisis pelepasan kalium SRF3 dalam air selama proses perkolasi 28 hari

Perkolasi dilakukan untuk mengetahui konsentrasi kalium yang terlepas ke dalam tanah. Pada hari ke 7, 14, 21, dan 28, konsentrasi kalium dalam perkolat ditentukan menggunakan AAS. Hasil pengukuran terdapat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Kadar Kalium Total SRF3 dalam Perkolat Selama 28 Hari

Gambar 2 di atas dapat diketahui kadar kalium rata-rata yang terdapat pada perkolat dari hari ke 7 sampai hari ke 28 mengalami peningkatan.. Konsentrasi kalium yang terlepas mengalami peningkatan seiring berjalannya hari. Kemampuan bentonit dalam mengikat pupuk KCl, dimana terjadinya gaya tarik antarmolekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara

adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya ini disebut gaya *Van der Waals* sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Dalam aplikasinya pelepasan dari SRF3 terbilang belum stabil, hal ini didasarkan pada luas permukaan bentonit terdapat ion H^+ dari hasil aktivasi asam sehingga bentonit ini bermuatan positif, maka dari itu dapat dimungkinkan terjadinya ikatan ionik antara ion H^+ dari asam sulfat dengan ion Klorida serta adanya ion H^+ dari ikatan ionik situs aktif dari molekul H_2O dengan ion Klorida. Dengan memiliki luas permukaan yang besar, maka akan banyak ion H^+ pada permukaan bentonit dan mengakibatkan proses adsorpsi semakin maksimal.

4. SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Kadar kalium dalam air yang terlepas untuk hari ke 7 sebesar 13,24; 12,85 dan 11,57%, hari ke 14 sebesar 54; 29,3; dan 27,23 %, hari ke 21 sebesar 50,75; 50,31; dan 51,67 %, dan hari ke 28 sebesar 71,45; 69,52; dan 70,51 %.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperpanjang waktu inkubasi lebih dari 28 hari sehingga dapat mempelajari pelepasan kalium dalam tanah, dan penambahan pelapis zat pengikat seperti amilum, kitosan, atau asam humat.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Dekan FMIPA Universitas Udayana Bali yang telah memfasilitasi Laboratorium dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfy, T., N., M. dan Handoyo, T. 2022. Pengaruh Dosis dan Waktu Aplikasi Pupuk KCl Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Applied Agricultural Sciences*. 6(1):85-97;
- BSN. 2010. SNI 2803:2010 Pupuk NPK Padat. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. Hal: 1;
- Darmadinata, M., Jumaeri, dan Triastuti, S. 2019. Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi Asam Sulfat sebagai Adsorben Anion Fosfat dalam Air. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 8(1):1-8;
- Eddarai, M.E., Mouzahim, E., M., Boussen, R., Bellaouchou, A., Guennbour, A., and Zarrouk, A. 2022. Chitosan-Kaolinite Clay Composite as Durable Coating Material for Slow Release Fertilizer. *International Journal of Biological Macromolecules*. 195:424-432;
- Hunsigi, G. 2011. Potassium Management Strategies to Realize High Yield and Quality Of

- Sugarcane. *Karnataka Journal of Agricultural Science*. 24(1): 45-47;
- Launer, P. J. 1987. *Infrared Analysis of Organosilicon compounds Spectra-Structure Correlations*. Laboratory for materials inc. Burn Hill New York;
- Li Junyin *et al* (2022). Li, J., Liu, Y., Liu, J., Cui, X., Hou, T., and Cheng, D. 2022. A Novel Synthetic Slow Release Fertilizer with Low Energy Production for Efficient Nutrient Management. *Science of the Total Environment*. 831: 154-844;
- Madzoker, C., T. Mourombo, T., L and Chiririwa. 2021. Nano-based slow releasing fertilizers for enhanced agricultural productivity. *Materials Today: Proceedings*. 3709-3715;
- Waluyo, P. 2012. Slow Release Fertilizer Sebagai Dasar Perumusan SNI Pupuk Urea Berpelepasan Diperlambat. *Jurnal Standardisasi*. 11(2);
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah, Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media. Yogyakarta. Hal: 80-100.