

## PERAN TANAH SEBAGAI RESERVOIR PENYAKIT

Arief Nugroho✉

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit  
Email: ariefnugroho12@gmail.com

### *ROLE OF SOIL AS A RESERVOIR OF DISEASE*

#### **Abstrak**

*Tanah merupakan tempat tinggal bagi keragaman hayati dimana 25% dari spesies bumi tinggal di tanah. Tanah dapat berfungsi menyediakan ekosistem melalui berbagai interaksi yang kompleks antara organisme dalam tanah dan tanah itu sendiri seperti pembentukan tanah, penyaringan air, maupun penyediaan senyawa yang bermanfaat. Namun, tanah dapat menjadi reservoir penyakit pada manusia. Hal ini karena tanah adalah penerima limbah padat sehingga menyebabkan kontaminasi tanah yang dapat mengandung bahan organik dan anorganik berbahaya serta mikroorganisme patogen. Penyebaran agen penyebab penyakit melalui tanah dapat terjadi akibat banjir, tiupan angin kencang atau pengangkutan tanah dari daerah endemik ke daerah lainnya. Patogen yang mempunyai peran menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui tanah di bagi menjadi dua kelompok yaitu Euedaphic Pathogenic Organisms (EPOs) dan Soil Transmitted Pathogens (STP). Perlu upaya penanggulangan untuk menghindari penyebaran penyakit dari tanah ke manusia seperti dengan melakukan remediasi terhadap tanah yang tercemar bahan kimia berbahaya serta dengan upaya pemberian desinfektan, maupun sanitasi lingkungan untuk mencegah kontaminasi mikroorganisme patogen di tanah.*

**Kata kunci:** tanah, patogen, reservoir, penanggulangan

#### **Abstract**

*Soil is home to biodiversity where 25% of the Earth's species live in the soil. Soil can provide ecosystem function through complex interactions between organisms in the soil and the soil itself as soil formation, water filtration, as well as providing useful compounds. However, the soil can be a reservoir of disease in humans. This is because the soil is the recipient of the solid waste that causes contamination of soil that may contain hazardous organic and inorganic materials as well as pathogenic microorganisms. The spread of disease-causing agents through the soil can occur as a result of floods, strong winds or transporting soil from endemic areas to other regions. Pathogens that have caused the role of soil-borne diseases are divided into two groups: Euedaphic Pathogenic Organisms (EPOs) and Soil Transmitted Pathogens (STP). Prevention efforts need to avoid the spread of disease from soil to human beings as to conduct remediation of soils contaminated with hazardous chemicals as well as efforts to provide a disinfectant, and sanitary environment to prevent contamination of pathogenic microorganisms in the soil.*

**Keywords:** soil, pathogen, reservoir, prevention

Submitted: 15 Maret 2014, Review 1: 2 April 2014, Review 2: 18 April 2014, Eligible article: 4 Mei 2014

#### **PENDAHULUAN**

Tanah merupakan bagian tertipis dari seluruh lapisan bumi, tetapi pengaruhnya terhadap kehidupan sangat besar (Slamet, 1996). Tanah merupakan tempat tinggal bagi keragaman hayati dengan perkiraan yang

menyatakan bahwa 25% dari spesies bumi tinggal di tanah. Tanah adalah tempat produksi sebagian besar makanan bagi makhluk hidup. Selain itu, tanah dapat berfungsi untuk menyediakan ekosistem melalui berbagai interaksi yang kompleks antara organisme

dalam tanah dan tanah itu sendiri. Interaksi tersebut dapat berupa seperti pembentukan tanah, penyaringan air, maupun penyediaan senyawa yang berguna seperti antibiotik yang diisolasi dari organisme tanah (Slamet, 1996 & Jeffery, dkk, 2011).

Tanah secara langsung dapat mempengaruhi kesehatan dalam bentuk penyakit bawaan tanah (*soil-borne*). Sebagian besar organisme hidup adalah mikroba yang banyak ditemukan di tanah. Beberapa mikroba di dalam tanah bersifat patogen bagi manusia, termasuk protozoa, jamur, bakteri, dan juga virus, beberapa mikroorganisme tersebut beberapa memerlukan inang/ host untuk kelangsungan hidupnya (Sellinus, 2005).

*Soil-borne disease* telah memberikan dampak buruk pada manusia mulai dari penderitaan, kecacatan, kebutaan, hingga kematian di seluruh dunia. Misal, berdasarkan *Vaccine-Preventable Disease Monitoring System 2012*, tahun 2011 pada kawasan SEARO, Indonesia menempati urutan kedua terbesar dengan 114 kasus Tetanus Neonatorum yang menyerang bayi baru lahir yang disebabkan spora *Clostridium tetani*. Selain itu penyakit diare yang diakibatkan oleh mikroba yang masuk ke dalam tanah melalui limbah tinja masih menjadi perhatian serius di negara-negara berkembang terutama Indonesia. Laporan Riskesdas tahun 2007 menunjukkan bahwa penyakit Diare merupakan penyebab kematian nomor satu pada bayi (31,4%) dan pada balita (25,2%), sedangkan pada golongan semua umur merupakan penyebab kematian yang keempat (13,2%) (Kemenkes, 2012).

*Soil-borne disease* juga dipengaruhi oleh zat-zat yang terkandung dalam tanah baik yang berasal dari tanah itu sendiri maupun berasal dari luar tanah sebagai akibat pengotoran ataupun pencemaran. Tanah dapat menjadi vektor dan sumber dari agen penyakit pada manusia yang penting. Hal ini diketahui karena tanah adalah penerima limbah padat yang dapat mengandung patogen dalam konsentrasi tinggi (Slamet, 1996 & Santamaria, dkk, 2003).

Banyaknya permasalahan kesehatan yang muncul diakibatkan adanya penyakit bawaan tanah, perlu upaya dalam penanggulangan penyakit bawaan tanah. Artikel ini disusun untuk menjelaskan tentang peran tanah sebagai reservoir penyakit, patogen yang terdapat dalam tanah, penyakit bawaan tanah, upaya penanggulangan penyakit bawaan tanah.

## PENYEBAB TERJADINYA KONTAMINASI

### TANAH

1. Kontaminasi tanah oleh polutan organik dan anorganik  
Seiring dengan pesatnya pertumbuhan industrialisasi berdampak pada buangan limbah industri

yang tidak terkendali. Limbah ini dibuang ke tanah baik secara langsung maupun setelah pengolahan. Limbah-limbah yang dibuang dari hasil kegiatan industri, kegiatan perkotaan, kegiatan domestik, maupun kegiatan pertambangan sering mengandung polutan bahan anorganik (logam berat, nitrat, sianida, fosfat, dll) maupun polutan bahan organik (pestisida, herbisida, fungisida) dalam konsentrasi tinggi. Jika bahan-bahan polutan tersebut tidak terkandung dalam tanah, bahan-bahan polutan ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui rantai makanan, aerosol, debu, air irigasi, air tanah, dan air minum. Tanah yang menerima limbah akan menjadi reservoir bahan kimia yang akhirnya dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Ganeshamurthy, dkk, 2008).

2. Kontaminasi tanah oleh mikroorganisme patogen  
Tanah adalah reservoir patogen manusia dan parasit. Tanah yang menjadi penerima dari semua jenis limbah, dapat mengandung mikroorganisme seperti cacing, bakteri, virus, dan jamur patogen dalam konsentrasi tinggi. Manusia dapat kontak dengan tanah secara permanen baik secara langsung atau tidak langsung melalui makanan, air, dan udara. Oleh karena itu tanah bertindak sebagai vektor utama dan berfungsi sebagai sumber utama agen penyebab penyakit pada manusia (Ganeshamurthy, dkk, 2008). Berdasarkan asal agen etiologi penyakit pada manusia yang berhubungan dengan tanah dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori (Weissman, dkk, (1976) yaitu: (1). Penyakit bawaan tanah yang disebabkan oleh patogen oportunistik atau muncul dari mikroorganisme biota tanah (misalnya *Aspergillus fumigatus*, jamur yang umum terdapat di tanah yang dapat menginfeksi paru-paru melalui inhalasi spora); (2). Penyakit bawaan tanah yang menyebabkan keracunan akibat konsumsi makanan yang terkontaminasi dengan entero atau neurotoksin (misalnya *Clostridium botulinum*, *C. perfringens*, dan *Bacillus cereus*); (3). Penyakit bawaan tanah yang disebabkan oleh endemik patogen ke tanah (misalnya *Clostridium tetani*, *C. perfringens* dan *Bacillus anthracis*); (4). Penyakit bawaan tanah yang disebabkan oleh masuknya patogen ke dalam tanah melalui ekskreta (buangan) dari hewan dan manusia termasuk bakteri, virus, protozoa, dan cacing.

## TANAH SEBAGAI PENYEBAR PENYAKIT

Penyebaran agen penyebab penyakit melalui tanah terjadi akibat banjir, tiupan angin kencang atau pengangkutan tanah dari daerah endemik ke daerah lainnya (Van Ness, dkk, 1956 & Seddon, 1965). Di New

South Wales kejadian penyakit yang termasuk “*soil-borne diseases*” sering ditemukan di daerah-daerah yang setiap tahunnya terjadi banjir, sedangkan di Victoria penyebaran agen penyebab penyakit ini terjadi melalui aliran irigasi (Seddon, 1965). Di daerah delta Mississippi dan delta lembah California kejadian penyakit ini ada hubungannya dengan keadaan tanahnya. Lapisan tanahnya dibentuk dari debu tanah yang terbawa karena tiupan angin. Tanah ini disebut tanah “alluvial” (Van Ness, dkk, 1956).

Di daerah-daerah tropis penyebaran agen penyebab “*soil-borne diseases*” dapat terjadi pada musim penghujan karena terjadinya banjir atau pada musim kemarau karena tiupan angin kencang, sehingga debu berikut agen penyebab penyakit diterbangkan dari daerah endemik ke daerah lainnya (Seddon, 1965 & Seifert, 1976). Di daerah tertular yang tanahnya bersifat asam jarang ditemukan spora agen penyebab “*soil-borne diseases*” (Van Ness, dkk, 1956). Hal ini dikarenakan spora hanya bertahan di tanah yang bersifat alkali atau netral. Pengangkutan tanah kapur (alkali) dari daerah endemik untuk keperluan pertanian akan menyebarkan agen “*soil-borne diseases*” ke daerah lainnya (Van Ness, dkk, 1956 & Boxtton, A, 1977).

#### KLASIFIKASI PATOGEN DALAM TANAH

Banyak patogen memiliki siklus hidup yang kompleks yang melibatkan host/inang dalam kehidupan dan reproduksinya, vektor biologi (serangga, hewan), dan vektor fisik (angin, air), serta reservoir untuk tetap hidup dalam kondisi lingkungan yang merugikan. Tanah mampu menyediakan hal tersebut untuk berbagai macam mikroorganisme. Berikut pembagian jenis tanah sebagai patogen tular tanah:

1. Permanen: organisme patogen yang hidup dalam tanah secara permanen dan mampu menyelesaikan seluruh siklus hidupnya dalam tanah. Misalnya bakteri *Clostridium botulinum*, *C. tetani*, *Listeria monocytogenes*, dan *Burkholderia pseudomallei*. Juga termasuk adalah organisme dimorfik jika salah satu bentuk morfologinya adalah mampu hidup dan bereproduksi secara lengkap dalam tanah. Contoh dari patogen tanah dimorfik adalah jamur *Coccidioides* dan *Histoplasma capsulatum*.
2. Periodik: organisme patogen yang membutuhkan lingkungan tanah untuk menyelesaikan bagian dari siklus hidupnya berulang terus-menerus. Contohnya adalah spora dari *Bacillus anthracis*, dan telur yang diletakkan dalam tanah oleh kutu vektor yang mengandung bakteri *Rickettsia rickettsii*. Contoh lain adalah telur cacing *Ancylostoma duodenale*, dan *Necator americanus*.

3. Sementara: organisme patogen yang secara alami muncul di tanah, namun tidak memerlukan lingkungan tanah untuk melengkapi siklus hidupnya. contohnya adalah kista dari parasit protozoa *G. lamblia*, virus dari genus *Hantavirus* yang masuk dalam lingkungan tanah melalui urin dan feses rodent vektor. Juga termasuk *Leptospira*, serta spora bakteri *Coxiella burnetii*.
4. Insidental: organisme patogen yang terdapat dalam lingkungan tanah melalui kegiatan antropogenik seperti dalam limbah buangan, air limbah, sistem pembuangan, material buangan sampah beracun, maupun tumpahan bahan biologi yang beracun. Contoh dari virus adalah enterovirus poliovirus, enterovirus Coxsackie A and -B, dan enterovirus hepatitis A. Lamanya kelangsungan hidup dan virulensinya bergantung pada faktor fisik dan kimia tanah serta buangannya. Hal ini dapat berlangsung mulai jam-jaman hingga tahunan (Sellinus, 2005).

#### PENYAKIT TULAR TANAH BESERTA AGEN PEMBAWANYA

Patogen yang mempunyai peran menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui tanah di bagi menjadi dua kelompok yaitu *Euedaphic Pathogenic Organisms* (EPOs) dan *Soil Transmitted Pathogens* (STP). *Euedaphic Pathogenic Organisms* adalah organisme tanah yang merupakan patogen potensial di mana organisme patogen tersebut habitatnya adalah di dalam tanah, sedangkan *Soil Transmitted Pathogens* merupakan organisme yang dalam hidupnya sementara dapat bertahan di tanah untuk waktu yang lama kemudian organisme tersebut harus membutuhkan host/inang untuk menyelesaikan siklus hidupnya. Berikut pembagian organisme dari masing-masing kelompok beserta penyakit yang ditimbulkan (Jeffery, dkk, 2011).

#### PENANGGULANGAN

1. Kontaminasi tanah oleh polutan organik dan anorganik  
Adabeberapa langkah penanganan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan akibat tercemarnya tanah oleh polutan organik dan anorganik, diantaranya adalah ([http://id.wikipedia.org/wiki/Pencemaran\\_tanah](http://id.wikipedia.org/wiki/Pencemaran_tanah)):
  - A. Remediasi  
Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu in-situ (atau on-site) dan ex-situ (atau off-site). Pembersihan on-site adalah pembersihan di lokasi. Pembersihan ini lebih murah dan lebih mudah, terdiri dari pembersihan, venting

**Tabel 1. Penyakit yang ditularkan melalui tanah beserta agen penyebabnya**

No.	Agent	<i>Euedaphic Pathogenic Organisms</i>	<i>Soil Transmitted Pathogens</i>
1	Virus		Hantavirus Poliovirus
2	Bakteri	Actinomycetoma: (e.g. <i>Actinomyces isreelii</i> ) Anthrax: ( <i>Bacillus anthracis</i> ) Campylobacteriosis : (e.g. <i>Campylobacter jejuni</i> ) Botulism: ( <i>Clostridium botulinium</i> ) Leptospirosis: (e.g. <i>Leptospira interrogans</i> ) Listeriosis: <i>Listeria monocytogenes</i> Gas Gangrene: <i>Clostridium perferingens</i> Yersiniosis: <i>Yersinia enterocolitica</i> Tularemia: <i>Francisella tularensis</i> Tetanus: <i>Clostridium tetani</i>	Lyme disease : <i>Borrelia sp.</i> <i>Eschericia coli</i> Shigellosis : e.g. <i>Shigella dysenteriae</i> Salmonellosis : e.g. <i>Salmonella enterica</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Q Fever : <i>Coxiella burnetii</i>
3	Protozoa		Amoebiasis : <i>Entamoeba histolytica</i> Balantidiasis : <i>Balantidium coli</i> Isosporiasis : <i>Isospora belli</i> Toxoplasmosis : <i>Toxoplasma gondii</i> Cryptosporidiosis : e.g. <i>Cryptosporidium parvum</i> Cyclosporiasis : <i>Cyclospora cayetanensis</i> Giardiasis : <i>Giardia lambila</i>
4	Jamur	Aspergillosis: <i>Aspergillus sp.</i> Blastomycosis: e.g. <i>Blastomyces dermatitidis</i> Coccidioidomycosis: e.g. <i>Coccidioides immitis</i> Histoplasmosis: <i>Histoplasma capsulatum</i> Sporotrichosis: e.g. <i>Sporothrix schenckii</i> Mucormycosis: e.g. <i>Rhizopus sp.</i> Mycetoma: e.g. <i>Nocardia sp.</i>	
5	Cacing	Strongyloidiasis: e.g. <i>Strongyloides stercoralis</i>	Ascariasis : <i>Ascaris lumbricoides</i> Hookworm : e.g. <i>Ancylostoma duodenale</i> Echinococcosis : e.g. <i>Echinococcus multicularis</i> Trichuriasis (Whipworm) : <i>Trichuris trichiura</i> Strongyloidiasis : e.g. <i>Strongyloides stercoralis</i> Trichinellosis : <i>Trichinella spiralis</i> Enterobiasis (Pinworm)

(injeksi), dan bioremediasi. Pembersihan off-site meliputi penggalian tanah yang tercemar dan kemudian dibawa ke daerah yang aman. Setelah itu di daerah aman, tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar. Caranya yaitu, tanah tersebut disimpan di bak/tangki yang kedap, kemudian zat pembersih dipompakan ke bak/tangki tersebut. Selanjutnya zat pencemar dipompakan keluar dari bak yang kemudian diolah dengan instalasi pengolah air limbah. Pembersihan off-site ini jauh lebih mahal dan rumit.

#### B. Bioremediasi

Bioremediasi adalah pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untuk meme-

cah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air).

#### C. Fitoremediasi

fitoremediasi merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

Proses dalam sistem ini berlangsung secara alami dengan enam tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan/pencemar yang berada disekitarnya

**a) Phytoaccumulation** yaitu proses tumbuhan

menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan, proses ini disebut juga Hyperaccumulation

- b) **Rhizofiltration** adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Proses ini telah dibuktikan dengan percobaan menanam bunga matahari pada kolam yang mengandung zat radio aktif di Chernobyl Ukraina.
- c) **Phytostabilization** yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
- d) **Rhizodegradation** disebut juga *enhanced rhizosphere biodegradation, or plant-assisted bioremediation degradation*, yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi dan bakteri.
- e) **Phytodegradation** yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul lebih sederhana yang berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi.
- f) **Phytovolatilization** yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfer. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang.

Jenis-jenis tanaman yang sering digunakan di Fitoremediasi adalah; Anturium Merah / Kuning, Alamanda Kuning / Ungu, Akar Wangi, Bambu Air, Cana Presiden Merah / Kuning / Putih, Dahlia, Dracenia Merah/Hijau, Heleconia Kuning / Merah, Jaka, Keladi Loreng / Sente / Hitam, Kenyeri Merah / Putih, Lotus Kuning / Merah, Onje Merah, Pacing Merah / Putih, Padi-padian, Papyrus, Pisang Mas, Ponaderia, Sempol Merah/Putih, Spider Lili, dll (Ditjen Tata Kota dan Desa, 2003).

## 2. Kontaminasi tanah oleh mikroorganismen patogen

Penanggulangan mikroorganismen patogen khususnya dari golongan spora bakteri yang terdapat dalam tanah susah diberantas sebab spora sangat tahan terhadap pengaruh lingkungan juga terhadap berbagai macam desinfektan. Hanya desinfektan tertentu yang dapat membunuh spora bakteri antara lain : 10% formaldehid, 0,1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 4%KMnO<sub>4</sub>, 5% Lysol, 5% larutan alkali segar seperti: sodium hidroksida, dan kalium hidroksida (Boxton dan Fraser, 1977). Pemberantasan spora yang terdapat di dalam tanah dengan menggunakan desinfektan memerlukan biaya yang sangat besar dan tidak efektif. Pencegahan kontaminasi spora di tanah dapat dihindari dengan melaksanakan sanitasi lingkungan.

Penanggulangan dari golongan cacing patogen di dalam tanah dapat dilakukan dengan kegiatan sanitasi lingkungan seperti mencuci tangan dengan sabun; makan makanan yang di masak; melakukan usaha preventif dan aktif untuk memutus daur hidup cacing misal dengan memakai jamban/WC (Soedarto, 1995).

## KESIMPULAN

Tanah sangat potensial sebagai reservoir penyakit ke manusia di mana tanah dapat membawa dan sebagai tempat hidup berbagai macam mikroorganismen patogen serta tanah dapat menyimpan berbagai sumber polutan berbahaya akibat kontaminasi tanah. Perlu upaya penanggulangan untuk menghindari penyebaran penyakit ke manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boxton, A. dan Fraser. 1977. Animal Microbiology. Blackwell Scientific Publication. Oxford-London-Edinburgh-Melbourne dalam Asep Ajit Kusnadi, 1985, Skripsi : Penyakit-Penyakit Bakterial Pada Hewan Ternak Yang Ditularkan Melalui Tanah, Fakultas Kedokteran Hewan : ITB, hal 25-34
- Direktorat Perkotaan dan Perdesaan Wilayah Barat Ditjen Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. Fitoremediasi, Media Mengolah Air Limbah Dengan Media Tanaman dalam <http://digilib-ampl.net/file/pdf/fitoremediasi.pdf> akses tanggal 19 maret 2013
- Ganeshamurthy, A.N., Varalakshmi, L.R and Sumangala, H.P. 2008. Environmental risks associated with heavy metal contamination in soil, water and plants in urban and periurban agriculture. *Journal of Horticultural Science* 3: 1-30 dalam An.Ganeshamurthy. Linking Human Health to

- Soil Health. Indian Institute of Horticultural Research
- Jeffery, S. And W.H. van der Putten, 2011, Soil Borne Diseases of Humans, Luxembourg : Publications Office of the European Union, hal. 6-9
- Kementerian Kesehatan. 2012. Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2011. Kementerian Kesehatan : Jakarta
- Pencemaran tanah dalam [http://id.wikipedia.org/wiki/Pencemaran\\_tanah](http://id.wikipedia.org/wiki/Pencemaran_tanah). akses tanggal 5 maret 2013
- Santamaria, Johanna and Gary A. Toranzos, 2003, Enteric Pathogens and Soil : A shot Review, Springer-Verlag and SEM
- Seddon, H. R. 1965. Bacterial Diseases. 2nd ed. Diseases of Domestic in Australia, Commonwealth of Australia, Department of Health, part 5, vol. 1, pp. 12-82 dalam Asep Ajit Kusnadi, 1985, Skripsi: Penyakit-Penyakit Bakterial Pada Hewan Ternak Yang Ditularkan Melalui Tanah, Fakultas Kedokteran Hewan : ITB, hal. 25-26
- Seifert, H. S. H. 1976. Specific Vaccination Against Soil-Borne Infection. Animal Research and Development. Vol. 5, pp. 7-13 dalam Asep Ajit Kusnadi, 1985, Skripsi : Penyakit-Penyakit Bakterial Pada Hewan Ternak Yang Ditularkan Melalui Tanah, Fakultas Kedokteran Hewan : ITB, hal 25-26
- Sellinus, Olle, et. Al (ed.). 2005. Essentials of Medical Geology, Impact of The Natural Environment On Public Health. Elsevier : United States. Hal. 486-487
- Slamet, Juli Soemirat. 1996. Kesehatan Lingkungan. Gajah Mada University Press : Yogyakarta
- Soedarto, 1995. *Helmintologi Kedokteran*. Edisi ke 2. EGC. Jakarta dalam Yohandromeda Syamsu. Ascariasis, Respons IgE dan Upaya Penanggulangannya. Program Studi Immunologi Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga.
- Van Ness, G. B., dan C. D. Stein. 1956 Soil Favorable for Anthrax. Journal American Veterinary Medicine Assosiation, vol. 50, pp. 7-9 dalam Asep Ajit Kusnadi, 1985, Skripsi : Penyakit-Penyakit Bakterial Pada Hewan Ternak Yang Ditularkan Melalui Tanah, Fakultas Kedokteran Hewan : ITB, hal. 25-26
- Weissman, J.B., Graun, G.F., Lawrence, D.N., Pollard, R.A., Saslaw, M.S and Gangarosa, E.J. 1976. An epidemic of gastroenteritis traced to contaminated public water supply. *American Journal of Epidemiology* 103: 391-398