

**PENGGUNAAN TEKNOLOGI REMOTE SENSING DAN SIG UNTUK  
PENGENDALIAN DINAMIKA POPULASI SOIL TRANSMITTED HELMINTHS  
DI SATUAN LAHAN ENDEMIS PULAU AMBON**  
(*Use of Technology Remote Sensing and GIS to Control Population Dynamics of Soil  
Transmitted Helminths in Units Land Endemic Ambon Island*)

Melianus Salakory\*, Soeyoko\*\*, Sugeng Juwono Mardihusodo\*\*, Sutanto\*\*\*  
\* Department Geography Education, FKIP-Pattimura University  
\*\* Department of Parasitology, School of Medicine, Gadjah Mada University  
\*\*\* Faculty of Geography, Gadjah Mada University

**Abstrak**

Dengan menggunakan pendekatan ekoepidemiologis, yang didukung oleh data penginderaan jauh dan aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) diharapkan kejadian infeksi *Soil Transmitted Helminths* yang bervariasi dapat diketahui parameter lingkungan risikonya, dimonitor dinamika perubahannya, sehingga dapat dikontrol dan dikendalikan kejadian infeksi *Soil Transmitted Helminths* yang bervariasi dan berfluktuasi tersebut secara cepat, dan akurat. Tujuan yang ingin dicapai adalah; menggunakan Remote Sensing untuk mengkaji parameter lingkungan yang dapat digunakan dalam pengolahan peta risiko populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* serta risiko prevalensinya di satuan lahan Pulau Ambon. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Experimen Semu (*Quasi Experimental*) di Laboratorium, ditunjang dengan Survei Lapangan (*Field Survey*) secara *Cross sectional*. Diteruskan dengan eksplorasi untuk menghasilkan peta risiko populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* serta risiko prevalensinya. diperoleh; parameter lingkungan risiko, populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah, prevalensi, serta peta risiko keduanya di Satuan Lahan endemis pulau Ambon agar dapat memudahkan pengontrolan terhadap suatu kejadian infeksi (penghematan waktu, tenaga, maupun biaya jika dibandingkan dengan suatu kegiatan *surveillance*).

Dari hasil interpretasi citra Landsat TM+ diperoleh data ekoepidemiologi atau lingkungan risiko *Soil Transmitted Helminths*. Melalui aplikasi SIG dihasilkan peta-peta tematik yaitu; peta jenis tanah, peta bentuk lahan, dan peta penggunaan lahan. Hasil tumpang tindih ketiga buah peta tersebut adalah peta satuan lahan. Populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan aluvial berbeda dengan brunisem, gleisol, kambisol, litosol, podsolik dan rensina. Prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan aluvial berbeda dengan brunisem, gleisol, kambisol, litosol, podsolik dan rensina. Melalui aplikasi SIG dihasilkan peta risiko populasi telur dan larva *Geohelminths* dan peta risiko prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* sehingga dapat membantu para perencana dan pengambil kebijakan dalam melakukan pengontrolan *Soil Transmitted Helminths* di daerah endemis pedesaan pulau Ambon. Pada satuan lahan permukiman dengan risiko tinggi dan risiko sedang dapat dilakukan kegiatan intervensi: sebagai berikut: a) penyuluhan; dilakukan kepada sasaran untuk meningkatkan pengetahuan tentang kecacingan seperti tanda-tanda atau gejala kecacingan, bahayanya, cara penanggulangan, dan pencegahan. b) pengobatan; dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan tinja dengan frekuensi 6 bulan sekali. c) rehabilitasi; dilakukan melalui upaya kebersihan perorangan, kebersihan lingkungan, dan perbaikan fasilitas lingkungan.

Kata kunci: *Remote sensing, Soil Transmitted Helminths (STH), dinamika populasi*

**Abstract**

*By using ecoepidemiological approach supported by the application of remote sensing data and Geographic Information Systems (GIS) expected the incidence of infection of various Soil Transmitted Helminths of this can be known the parameters of the environmental risk, monitored the dynamic of change, so that it can be controlled the incidence of infection various Soil Transmitted Helminths (STHs) which fluctuate rapidly and accurately. The aim of this research is to understand the distribution of the STHs eco-epidemiologic conditions, the dynamic of the infective eggs and larvae population in rural areas of Ambon Island, the STH prevalence on rural population in this region, as well as the determinant*

*which fluctuate rapidly and accurately. The aim of this research is to understand the distribution of the STHs eco-epidemiologic conditions, the dynamic of the infective eggs and larvae population in rural areas of Ambon Island, the STH prevalence on rural population in this region, as well as the determinant factors on the dynamic of eggs and larvae growth on the soil and STHs prevalence on the population of Ambon Island. This research design uses quasi experimental at laboratory supported by the field survey with cross sectional method. Then it is continued by the exploration in order to produce a map of eggs and larvae STHs and risk prevalence.*

*The results of the research are: the environment parameter risk, the dynamic of the infective eggs and larvae population in rural areas of Ambon Island, the prevalence on rural population in this region, as well as the determinant factors on the dynamic of eggs and (STH) larvae growth on the soil and prevalence on the population of Ambon Island, a map of the risk of egg and larval population and the prevalence of Soil Transmitted Helminths in Ambon island residential land units in order to facilitate the control of an incidence of infection (saving time, effort, and cost when compared to a surveillance activities). The conclusion of this study is to use remote sensing data can be obtained the environmental risk STHs quickly and accurately. Through the application of GIS can be produced eggs and larvae population risk maps and prevalence of infection risk maps which could assist planners and policy makers in STHs controlling in endemic areas of the rural island of Ambon. Population of eggs and larvae of STHs in contrast to the alluvial land units brunisem, gleisol, kambisol, litosol, podzolic and rensina. Prevalence of STHs infection in contrast to the alluvial land units brunisem, gleisol, kambisol, litosol, podzolic and rensina. Settlements on land units with high risk and moderate risk of intervention activities can be carried out as follows a) counseling: done to the target to increase the knowledge of such kecacingan signs or symptoms of kecacingan, danger, way of mitigation, and prevention; b) treatment: based on the results of stool examination with a frequency of six months; c) rehabilitation: through the efforts of personal hygiene, environmental hygiene, and improvement of environmental facilities.*

*Key Words: Remote sensing, Soil Transmitted Helminths (STH), and Population Dynamics*

## PENDAHULUAN

Salah satu penyakit parasitik di Indonesia yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat adalah infeksi usus oleh nematoda usus, terutama yang penularannya dengan perantara tanah. Sampai tahun 2010 ini, infeksi dengan Soil Transmitted Helminths masih merupakan penyakit rakyat dengan prevalensi yang cukup tinggi di daerah tropik negara-negara berkembang, terutama pada masyarakat dengan keadaan sosial ekonomi rendah di perdesaan.

Program pemberantasan yang telah dilaksanakan sejak tahun 1975 melalui pengobatan terhadap para penderita kecacingan kurang menampilkan hasil, sebab dalam kurun waktu yang singkat pula (3 bulan) pengobatan harus diulangi lagi untuk mencapai hasil yang memuaskan, sehingga dinilai sangat mahal. Dalam melakukan pengobatan

masal juga sukar sekali untuk mencakup seluruh penduduk, sehingga masih ada sumber infeksi. Program pemberantasan cacing usus selama ini juga masih terlalu terbatas pada daerah-daerah dan golongan prioritas tertentu saja yang didasarkan pada tinggi rendahnya prevalensi di daerah sasaran. Program pemberantasan melalui pengobatan masal ini harus diikuti pula dengan tindakan pencegahan untuk memutuskan mata rantai daur hidup dari Soil Transmitted Helminths. Persoalan yang selama ini membelit muncul karena para perencana, dan pengambil kebijakan tidak memiliki data yang akurat, cepat, dan berkala. Data yang dimiliki juga lebih bertumpu pada kasus-kasus penderita yang berobat ke tempat pelayanan kesehatan, kurang didasarkan pada data-data prediksi yang memiliki tingkat signifikansi tinggi.

Dengan menggunakan pendekatan ekoepidemiologis, yang didukung oleh data penginderaan jauh dan aplikasi

Sistem Informasi Geografi (SIG) diharapkan kejadian infeksi Soil Transmitted Helminths dapat diketahui, meliputi komponen lingkungan risikonya, dimonitor dinamika perubahannya, sehingga dapat dikontrol dan dikendalikan kejadian infeksi Soil Transmitted Helminths yang bervariasi dan berfluktuasi tersebut secara cepat, dan akurat. Untuk membuat suatu prediksi tentang kejadian infeksi Soil Transmitted Helminths misalnya, harus memiliki data secara akurat dan berkala, dan ini berarti harus dilakukan penelitian atau surveilansi yang terus menerus. Hasil yang diperoleh melalui kegiatan yang konvensional itu umumnya diperoleh dalam jangka lama, sehingga sering terlambat dalam penanganannya dan juga masih bersifat subjektif. Akibat dari semua itu khususnya dalam mengestimasi kemungkinan-kemungkinan terjadinya satu Kejadian Luar Biasa (KLB) penyakit terkait lingkungan, maka penerapan teknologi maju seperti penginderaan jauh (remote sensing), Sistem Informasi Geografi (SIG), dan Global Positioning System (GPS), diharapkan dapat membantu mengatasi faktor-faktor penghambat dan kendala tersebut di atas.<sup>1</sup>

Pemodelan spasial untuk kajian kesehatan secara geografis diharapkan dapat menjawab pertanyaan (a) di mana terdapat masalah kesehatan, (b) mengapa terdistribusi seperti itu, dan (c) apa implikasinya.<sup>2</sup>

Untuk penyusunan kebijakan kesehatan masyarakat yang ada saat ini, seyogyanya mempertimbangkan pentingnya visi-visi dan disiplin ilmu-ilmu baru yang dapat membantu upaya memerangi dan mencegah penyakit ini. Disiplin ilmu ekoepidemiologi dengan menitik-beratkan pada keterkaitan hubungan antara inang (host), agen (agent), dan lingkungan (environment) yang terkondisikan atau

membantu perkembangbiakan suatu penyakit, perlu digunakan secara lebih luas pada kesehatan masyarakat sebagai suatu kebijakan dalam melakukan pengontrolan secara terintegrasi yang nyata terhadap masalah-masalah kesehatan masyarakat.<sup>3</sup> Pengontrolan dapat dilakukan secara terintegrasi yakni dengan menggunakan jasa satelit bagi penginderaan epidemiologi, Sistem Informasi Geografis (SIG), medical geography, biometeorologi, kesehatan lingkungan, serta integrasi di antara kesemuanya itu.<sup>4</sup>

### **Bahan dan Cara Penelitian**

Rancangan penelitian ini adalah Experimental yang ditunjang dengan survei lapangan (field survey). Pada tahap pertama dilakukan penelitian Experimental di laboratorium. Pada penelitian dilakukan kultur faeces di tanah untuk melihat dinamika perkembangan telur dan larva Soil Transmitted Helminths pada media tanah yang diambil dari Pulau Ambon (sesuai dengan jenis tanah). Melalui teknik kultur invitro ini dihasilkan suatu formula tentang dinamika perkembangan telur dan larva Soil Transmitted Helminths. Atas dasar formula tersebut, dilakukan penelitian survei di lapangan secara cross sectional pada tahap ke II. Penelitian tersebut untuk melihat konsentrasi dan distribusi telur yang mengandung larva dan larva Soil Transmitted Helminths di tanah (sesuai jenis tanah). Bersamaan dengan pemeriksaan sampel tanah tersebut, dilakukan juga pemeriksaan faeces penduduk untuk melihat prevalensi infeksi Soil Transmitted Helminths pada penduduk.

Sebagai populasi adalah orang atau penduduk yang tinggal pada satuan lahan permukiman di pedesaan Pulau

Ambon. Pulau Ambon sebagai satu kesatuan ruang yang lebih luas dengan satuan lahan permukiman sebagai satu kesatuan ruang yang lebih sempit atau kecil. Mengingat populasi yang cukup besar dan kompleks tersebut maka perlu ditentukan sejumlah orang atau subjek sebagai sampel. Teknik sampling dapat dilakukan secara bertahap (multy stage). Pada tahap pertama ditentukan 7 buah satuan lahan (sampling area) secara random sehingga tiap desa mewakili 1 jenis tanah. Pada tahap kedua, kemudian dipilih sampel tanah untuk pemeriksaan fisik tanah, sebagai media kultur invitro, dan untuk mengetahui distribusi telur yang mengandung larva dan larva Soil Transmitted Helminths di tanah. Untuk kepentingan ini, akan ditentukan 2 titik sampel dari tiap area, mengikuti grid yang dibuat searah pola permukiman. Pada tahap ketiga, akan dilakukan pemeriksaan faeces penduduk dari ketujuh satuan lahan sampel. Agar sampel yang dipilih dapat mewakili populasi (representatif), maka besar sampel ditentukan dengan mempergunakan rumus dari Cochran (1977).

Untuk melihat dinamika pertumbuhan telur dan larva di tanah, maka setiap hari akan diamati sebanyak 63 dish yang berisikan telur/larva Soil Transmitted Helminths (3 jenis) dari 7 jenis tanah dalam 3 kondisi (basah, kering, lembab) yang di kultur invitro. Dalam pengamatan dibuat foto dengan menggunakan kamera digital dari hasil pengamatan pada mikroskop dengan pembesaran 40. Pengamatan terhadap struktur dan tekstur telur Soil Transmitted Helminths dilakukan berdasarkan kriteria degeneratif telur yang dikemukakan oleh Morishita.<sup>5</sup>

Untuk memperoleh data jenis tanah, tekstur tanah, suhu tanah, kelengasan tanah, porositas,  $pH$  H<sub>2</sub>O, permeabilitas, bahan organik tanah, perakaran,

dilakukan observasi lapangan dan diperkuat lagi dengan pemeriksaan sampel di laboratorium. Teknik sampling dilakukan mengikuti Peta Tanah Pulau Ambon Skala 1 : 50.000, dan citra Landsat TM 30 tentang pulau Ambon.

Untuk memperoleh data telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah, diambil sampel tanah dari areal sekitar rumah yaitu; 1 titik di bagian depan rumah, 1 titik di bagian belakang rumah, 1 titik di sekitar tempat buang air besar dari subjek yang diperiksa *faecesnya*. Tanah yang diambil sebanyak 10 gram dengan kedalaman rata-rata 0,5 – 1,0 cm. Pengumpulan data sanitasi dan *personal hygiene* sebagai data dari variabel moderator dan *confounding*, dilakukan kepada subjek yang diperiksa *faeces-nya*. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara terpadu mengikuti panduan kuesioner yang sudah diujicobakan terlebih dahulu sehingga terjamin validitas dan reliabilitasnya. Untuk mengetahui prevalensi maka dilakukan pemeriksaan *faeces*. Pengumpulan *faeces* dari subjek dilakukan dengan bantuan dari pihak Puskesmas, Bidan di Desa (BDD), maupun organisasi pengelola Posyandu.

Analisis data laboratorium meliputi: a) pemeriksaan tanah dimaksudkan untuk mengetahui parameter tekstur tanah, air tanah, porositas tanah, permeabilitas, dan pH tanah. b) Pemeriksaan tinja, dimaksudkan untuk mengetahui dan prevalensi dan intensitas infeksi *Soil Transmitted Helminths* di masyarakat. Pemeriksaan tinja dilakukan secara tidak langsung berdasarkan teknik *Kato* dengan cara pengapungan. c) Pemeriksaan telur di tanah yaitu untuk mengetahui konsentrasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah (sampel tanah), pemeriksaan dilakukan secara kualitatif.

Analisis Data Statistik meliputi; analisis deskriptif dengan distribusi frekuensi, analisis multivariat dengan uji Anova Satu Arah (*One Way Anova*), untuk melihat perbedaan: a) Distribusi; beberapa aspek ekoepidemiologi *Soil Transmitted Helminths* (tanah: jenis tanah, tekstur tanah, suhu permukaan tanah, *pH* H<sub>2</sub>O tanah, porositas tanah, kelengasan tanah/kadar air lapangan, permeabilitas, bahan organik tanah, perakaran, musim: temperatur udara, curah hujan, kelembaban udara, kerapatan vegetasi, budaya penduduk/sanitasi dan *personal hygiene*), populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* infeksi di tanah, serta prevalensi *Soil Transmitted Helminths*. b) Perkembangan telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* pada masing-masing media tanah (kultur invitro), berbeda menurut jenis tanah dan kondisi tanah (kering, lembab, basah), dari ketujuh satuan lahan (daerah penelitian). Analisis multivariat dengan uji Analisis Jalur (*Path Analysis*) untuk mengetahui *Coefficient determinant* dari variabel independent, variabel antara, variabel moderator, dan variabel konfounding terhadap variabel dependent (*prevalensi infeksi Soil Transmitted Helminths*).

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Data Parameter Lingkungan dari Interpretasi Citra

Pulau Ambon sebagai satu ekosistem terdiri dari unsur fisik, biologi, daya, dan sosial budaya. Secara geografis, pulau ini merupakan salah satu dari gugusan Kepulauan Lease, dengan batas-batas sebelah utara Laut Seram, sebelah selatan Laut Banda, sebelah timur Selat Haruku, dan sebelah barat Laut Buru. Pulau Ambon memiliki luas 761 km<sup>2</sup>, yang terbagi atas wilayah Kabupaten Maluku

Tengah seluas 384 km<sup>2</sup> dan sisanya seluas 377 km<sup>2</sup> masuk ke dalam wilayah Kota Ambon. Morfologi daratan Pulau Ambon bervariasi dari dataran dengan kemiringan 0 - 8%, landai dengan kemiringan 8 - 15%, miring dengan kemiringannya 15 - 40%, dan terjal dengan kemiringan > 40%.<sup>6</sup>

Untuk mendapatkan data ekoepidemiologi di pedesaan Pulau Ambon secara akurat dan cepat maka dipergunakan citra Landsat TM+. Perolehan citra Landsat TM+ melalui kerja sama dengan Jurusan Penginderaan Jauh Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada dengan pihak LAPAN. Citra Landsat TM yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan program Er mapper untuk memperoleh data penggunaan lahan, bentuk lahan, kerapatan vegetasi, suhu permukaan tanah, dan air tanah.

Kondisi Citra Landsat TM+ yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri dari tahun 2004 dan 2005. Sejak akhir Mei 2003, sensor pengambil gambar (citra) yang terpasang pada satelit Landsat 7 mengalami kerusakan sehingga gambar yang dihasilkan selalu dihiasi dengan 'striping' yang berasal dari sebagian baris sensor yang tidak berfungsi lagi. Oleh USGS, citra-citra yang diambil setelah itu disebut dengan citra yang bersifat SLC-Off. Untuk mengoreksi celah yang timbul akibat kerusakan sensor pada satelit Landsat 7, digunakan citra pada path/row yang sama yang diambil pada tanggal/tahun yang berbeda. Peneliti menggunakan citra yang diambil pada Mei 2001. Secara tata waktu mungkin citra ini terlalu tua, namun citra ini mengandung informasi yang dapat digunakan untuk menambal garis-garis kosong pada citra Mei 2004, 2005 tadi. Perlu diingat bahwa penyedia data citra biasanya memberikan nilai (*digital number/DN*) = 0 untuk pixel-

pixel yang mengalami striping alias tidak berisi data. Nilai-nilai 0 inilah yang nantinya akan digantikan oleh nilai pixel yang berasal dari citra “penambal” yang satu lagi. Ketiga citra yang akan ditambah, sudah terlebih dahulu melalui koreksi geometris, sebelum dilakukan penambalan citra yang bergaris tersebut.

Langkah awal dalam pengolahan citra digital landsat TM+ dengan *Er Mapper* adalah menampilkan data citra. Selanjutnya adalah melakukan *cropping* citra, dimaksudkan untuk membatasi daerah analisis sehingga sesuai dengan kebutuhan. Langkah selanjutnya adalah membuat komposit citra. Citra Landsat TM+ merupakan citra dengan data kanal tunggal, sebab tiap kanal memiliki data sendiri-sendiri. Agar mudah dibaca dan dianalisis, maka citra Landsat TM+ perlu ditampilkan dalam format komposit (gabungan dari beberapa *band* atau kanal). Ada dua cara membuat citra komposit yaitu: membuat citra komposit interaktif, dan membuat citra komposit permanen. Yang dilakukan peneliti adalah membuat citra komposit interaktif, yaitu citra komposit yang bersifat *virtual* dalam artian tidak ada file atau data baru yang disimpan, sebab membuat citra komposit permanen dianggap tidak efisien sebab sangat menyita ruang dalam *hardisk*.

Proses penggabungan (komposit) *band* ini dilakukan untuk proses klasifikasi. Pemilihan *band* yang digunakan, disesuaikan dengan tujuan klasifikasi. Pemilihan kombinasi *band* untuk pengamatan penggunaan lahan dan bentuk lahan di daerah penelitian menggunakan komposit *False Color* dengan kombinasi RGB 321 dan 542. Berdasarkan komposit kombinasi ketiga *band* ini penggunaan lahan dan bentuk lahan dikenali berdasarkan beda kenampakannya. Selanjutnya dapat

dilakukan dengan koreksi citra, yang meliputi koreksi radiometrik dan koreksi geometrik.

Uji ketelitian interpretasi merupakan tahapan yang penting, mengingat bahwa hasil interpretasi tergantung pada beberapa hal yang terkait dengan aktifitas interpretasi antara lain; skala citra, kualitas citra, serta pengalaman dari seorang interpreter tentang lokasi daerah penelitian. Uji interpretasi yang dilakukan, adalah dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Short (1990) yaitu dengan cara membandingkan antara hasil interpretasi dengan keadaan sebenarnya di lapangan.<sup>7</sup> Sampel diambil berdasarkan distribusi dan luasan area pada masing-masing poligon peta penggunaan lahan dan bentuk lahan sebanyak 50 poligon. Formula yang digunakan dalam uji interpretasi ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Ketelitian Interpretasi} = \frac{\text{Sampel Benar Tiap Kategori}}{\text{Jumlah sampel}} \times 100\%$$

### **Ketelitian Interpretasi Penggunaan Lahan**

Dibuat tabel silang interpretasi penggunaan lahan dengan referensi: Interpretasi Foto Udara tahun 1984, interpretasi Citra Landsat TM+ tahun 2001 dan 2006, Uji lapangan Tahun 2009. Total sampel interpretasi penggunaan lahan adalah 50, dengan rincian: benar adalah 47 dan salah adalah 3 sampel. Persentase ketelitian interpretasi adalah 94% (sangat baik), sebagai data masukan sehingga dapat dilakukan proses analisis data selanjutnya.

### **Ketelitian Interpretasi Bentuk Lahan**

Di buat tabel silang interpretasi bentuk lahan dengan referensi: Interpretasi Foto Udara tahun 1984,

interpretasi Citra Landsat TM+ tahun 2001 dan 2006, Uji lapangan Tahun 2009. Total sampel interpretasi bentuk lahan adalah 50, dengan rincian: benar adalah 44 dan salah adalah 6 sampel. Persentase ketelitian interpretasi adalah 88% (sangat baik), sebagai data masukan sehingga dapat dilakukan proses analisis data selanjutnya.

Data hasil interpretasi citra Landsat TM+ tersebut, kemudian diolah dengan *ArcView* untuk menghasilkan peta-peta tematik, yang kemudian dipadukan dengan beberapa peta hasil produksi Fakultas Pertanian Universitas Pattimura (tahun 1985). Diperoleh 3 buah peta tematik yaitu; peta jenis tanah, peta bentuk lahan dan, peta penggunaan lahan, hasil tumpang tindihnya dihasilkan peta satuan lahan.

#### **Populasi Telur dan Larva *Soil Transmitted Helminths* di Tanah Serta Variabel yang Mempengaruhinya**

Hasil pemeriksaan terhadap sampel tanah yang diperoleh dari lapangan sebanyak 470 sampel, dapat di lihat pada gambar 1.

Variabel-variabel yang memberikan kontribusi terhadap dinamika populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah dengan angka adjusted *R Square* pada output *Model Summary*<sup>b</sup> adalah 0.586. Yang berarti 59% dari variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah dapat dijelaskan oleh variabel rata-rata total indeks pertumbuhan telur/ larva cacing kait di tanah, rata-rata total indeks pertumbuhan telur *Trichuris trichiura* di tanah, budaya (kebiasaan defekasi), pH H<sub>2</sub>O, porositas, kadar air lapang, permeabilitas, rata-rata total indeks pertumbuhan telur *A. lumbricoides* di tanah, serta kelas tekstur tanah, bahan organik tanah dan perakaran. Sedangkan

sisanya 41% dijelaskan oleh variabel-variabel yang lain. Model regresinya dapat digambarkan sebagai berikut:

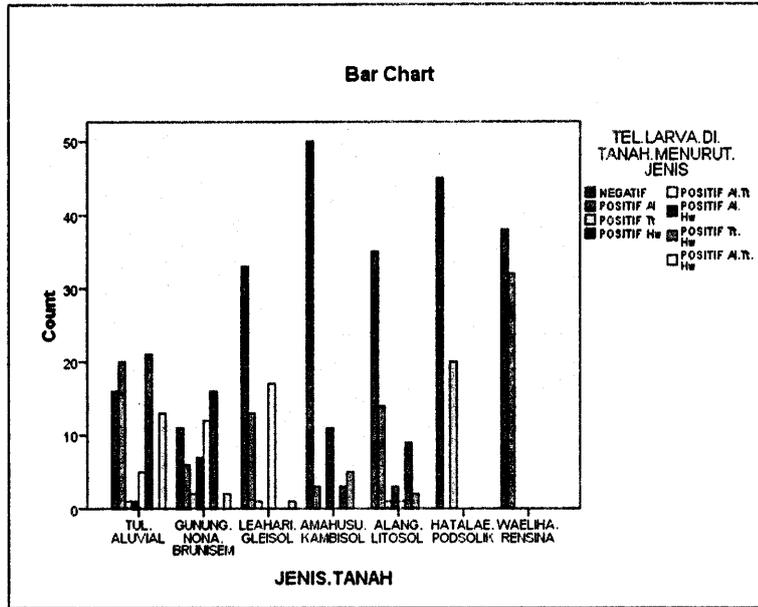
$$Y(T\&L.GH) = -6.988(\text{Const}) + 0.631(\text{def}/X1) + -0.053(\text{tex}/X2) + 0.035(\text{pH}/X3) + 0.024(\text{porositas}/X4) + 0.105(\text{KaL}/X5) + -0.015(\text{permeabilitas}/X6) + 0.581(\text{idx.AI}/X7) + 0.012(\text{idx.Tt}/X8) + 0.340(\text{idx.Hw}/X9) + 0.529(\text{Bo}/X10) + 0.335(\text{Akar}/X11)$$

Hasil perhitungan Regresi untuk mengetahui besarnya kontribusi parameter lingkungan terhadap populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths*, di satuan lahan endemis pulau Ambon sebagai berikut.

Jika tidak ada perakaran, rata-rata total indeks pertumbuhan telur Cacing kait di tanah, kebiasaan defekasi, kelas tekstur tanah, pH H<sub>2</sub>O, porositas, kandungan bahan organik tanah, kadar air lapang, permeabilitas, rata-rata total indeks pertumbuhan telur *T. trichiura* di tanah dan, rata-rata total indeks pertumbuhan telur *A. lumbricoides* di tanah maka variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah adalah -6,988%.

Kebiasaan defekasi yang jelek akan meningkatkan variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan dengan permukiman sebesar 0,631%. Fasilitas sanitasi yang jelek, memungkinkan terjadi kontaminasi *faeces* dari tanah kepada penduduk (*endemic area*).<sup>8</sup>

Pengurangan kelas tekstur tanah sebesar 0,053 satuan akan meningkatkan variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan dengan permukiman sebesar 0,053%. Pengaruh tekstur tanah seperti kadar liat tanah memegang peranan penting dalam infeksi Cacing kait yaitu 3 - 43%.<sup>9</sup>



Gambar.1. Grafik telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* menurut jenisnya, disesuaikan dengan jenis tanah

Penambahan 0,035 satuan *pH* H<sub>2</sub>O akan meningkatkan variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan dengan permukiman sebesar 0,035%. Tanah dengan *pH* 6,0 adalah tanah yang cocok bagi penetasan larva *Necator americanus*.<sup>10</sup>

Penambahan kadar air lapang sebesar 0,105% akan meningkatkan variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan dengan permukiman sebesar 0,105%. Jumlah air tanah lapang ikut menentukan kelembaban tanah. Dalam kaitannya dengan tumbuh kembang telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah, ditegaskan bahwa kelembaban tanah merupakan prasyarat penting bagi pertumbuhan dan infektifitas larva cacing kait di tanah.<sup>11</sup>

Penambahan rata-rata total indeks pertumbuhan *A. lumbricoides* di satuan lahan dengan permukiman sebesar 0,581 satuan akan meningkatkan variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di

tanah sebesar 0,581%. Karakteristik telur *A. lumbricoides*, cenderung berkembang baik mencapai tahap embrio di tanah dengan kandungan dominan pasir, lembab, dan dalam kondisi suhu tanah yang hangat.<sup>12</sup>

Penambahan rata-rata total indeks pertumbuhan *T. trichiura* di tanah sebesar 0,012 satuan, akan meningkatkan variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan dengan permukiman sebesar 0,012%. Telur *T. trichiura* mampu bertahan lebih lama dalam kondisi lingkungan dengan keadaan tanah pasiran kering (berdasarkan hasil kultur telur *T. trichiura* ditemukan hanya pada jenis tanah podsolik) atau bahkan berkembang lebih cepat pada kondisi lembab dengan keadaan suhu di atas rata-rata suhu kamar.<sup>13</sup>

Penambahan kandungan bahan organik di tanah sebesar 0,529 satuan akan meningkatkan variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di

Tabel 1. Prevalensi infeksi *soil transmitted helminths* pada penduduk Pulau Ambon

Jenis Tanah	Negatif	Positif A.1	Positif T.t	Positif Cacing kait	Positif A.1 dan T.t	Positif A.1 dan, Cacing kait	Positif T.t dan Cacing kait	Positif A.1, T.t, dan, Cacing kait	Total
Tulehu (Aluvial)	17 (3.62%)	13 (2.77%)	4 (0.85%)	1 (0.21%)	6 (1.28%)	21 (4.47%)	1 (0.21%)	14 (2.98%)	77 (16.38)
G.Nona (Brunisem)	11 (2.34%)	6 (1.28%)	2 (0.43%)	7 (1.49%)	12 (2.55%)	16 (3.40%)	0 (0%)	2 (0.43%)	56 (11.91%)
Leahari (Gleisol)	33 (7.02%)	12 (2.55%)	1 (0.21%)	0 (0%)	17 (3.62%)	0 (0%)	1 (0.21%)	1 (0.21%)	65 (13.83%)
Amahusu (Kambisol)	50 (10.64%)	3 (0.64%)	0 (0%)	11 (2.34%)	0 (0%)	3 (0.64%)	5 (1.06%)	0 (0%)	72 (15.32%)
Alang (Litosol)	35 (7.45%)	14 (2.98%)	1 (0.21%)	3 (0.64%)	1 (0.21%)	9 (1.91%)	2 (0.43%)	0 (0%)	65 (13.83%)
Hatalae (Podsolik)	45 (9.57%)	0 (0%)	20 (4.25%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	65 (13.83%)
Wacliha (Rensina)	38 (8.09%)	32 (6.81%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	70 (14.89%)
Total	229 (48.73%)	80 (17.03%)	28 (5.95%)	22 (4.68%)	36 (7.66%)	49 (10.42%)	9 (1.91%)	17 (3.62%)	470 (100%)

satuan lahan dengan permukiman sebesar 0,529%. Pengaruh nyata dari bahan organik dalam tanah terhadap sifat tanah memberikan pengaruh pada sifat fisik tanah, meningkatkan pembersihan (granulasi), mengurangi plastisitas, kohesi, dan lain-lain, dan menaikkan kemampuan mengikat H<sub>2</sub>O.<sup>14</sup> Jumlah bahan organik dalam tanah memberikan pengaruh secara tidak langsung.<sup>15</sup>

#### Prevalensi *Soil Transmitted Helminths* serta Variabel yang Mempengaruhinya

Hasil pemeriksaan terhadap sampel tinja yang diperoleh dari penduduk Pulau Ambon sebanyak 470 sampel, dapat dilihat pada Tabel 1.

Variabel yang berkontribusi terhadap prevalensi *Soil Transmitted Helminths* penduduk pulau Ambon dengan angka *adjusted R Square* pada output *Model Summary*<sup>b</sup> adalah 0.96. Yang berarti 96% dari prevalensi *Soil Transmitted Helminths* penduduk perdesaan Pulau

Ambon dapat dijelaskan oleh variabel variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah, kebiasaan anak atau penduduk menggunakan alas kaki ke sekolah, sewaktu berada di luar rumah, pada waktu bekerja membersihkan halaman, kebiasaan anak atau penduduk yang sering tidak mencuci tangan pada waktu menyentuh makanan, serta kebiasaan anak atau penduduk yang makan dengan tangan, sedangkan sisanya 4% dijelaskan oleh variabel-variabel yang lain. Model regresinya dapat digambarkan sebagai berikut:

$$Y_2(\text{Prev. GH}) = 0.012(\text{Constanta}) + 0.835(\text{Tel\&Larva/Y1}) + 0.052(\text{Ak.Tmpt Lain/X2}) + -0.166(\text{Ak.Luar Rmh/X3}) + 0.232(\text{Br.H/X4}) + 0.376(\text{CT/X5}) + E_2$$

Hasil perhitungan Regresi untuk mengetahui besarnya kontribusi populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths*, sanitasi dan *personal hygiene* terhadap prevalensi infeksi penyakit cacing tersebut pada penduduk di satuan

lahan endemis pulau Ambon sebagai berikut.

Penambahan 0,912% variasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah akan meningkatkan prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* pada penduduk pada satuan lahan dengan permukiman di perdesaan Pulau Ambon sebesar 0,91%. Makin tinggi variasi populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah, makin tinggi prevalensi *Soil Transmitted Helminths* pada penduduk.

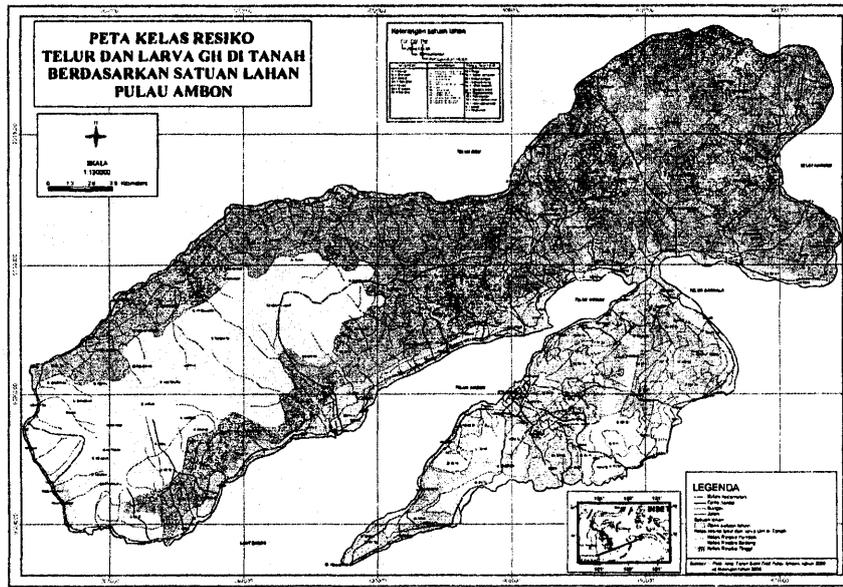
Penurunan 0,046% kebiasaan anak atau penduduk menggunakan alas kaki sewaktu beraktifitas ke tempat lain akan meningkatkan prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* pada penduduk pada satuan lahan dengan permukiman di perdesaan Pulau Ambon sebesar 0,46%.

Semakin baik keadaan sanitasi dan *personal hygiene*, semakin rendah risiko seseorang menjadi sakit. Semakin tinggi frekuensi anak atau penduduk menggunakan alas kaki ke sekolah ataupun waktu beraktifitas ke tempat lain, semakin rendah prevalensi infeksi cacing kait.<sup>16</sup>

Kebiasaan menggunakan alas kaki tidak signifikan berpengaruh terhadap prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths*, sehingga diindikasikan bahwa ada faktor risiko lain sehubungan dengan kebiasaan menggunakan alas kaki. Faktor lain tersebut kemungkinan dapat berupa pengetahuan, sikap dan tindakan dalam menggunakan alas kaki. Faktor lain tersebut berfungsi sebagai transmisi *Soil Transmitted Helminths*, dan dipengaruhi oleh perilaku serta lingkungan risiko sebagai paparan.<sup>17</sup> Faktor perilaku dan lingkungan risiko

tersebut dapat diatasi dengan menyediakan air bersih, perbaikan sanitasi, dan pembangunan jamban umum dan keluarga, pengetahuan yang benar tentang manfaat alas kaki, pemilihan jenis alas kaki yang dipakai, serta kebersihan alas kaki setelah dipakai.<sup>18</sup> Setiap penurunan 0,14% kebiasaan anak atau penduduk menggunakan alas kaki dan sarung tangan pada waktu bekerja membersihkan halaman akan meningkatkan prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* pada penduduk pada satuan lahan dengan permukiman di perdesaan Pulau Ambon sebesar 0,14%. Makin rendah frekuensi penggunaan alas kaki dan sarung tangan pada waktu bekerja membersihkan halaman, makin tinggi prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* pada penduduk. Terdapat hubungan yang erat antara kebiasaan menggunakan alas kaki waktu beraktifitas di sekitar halaman rumah, terutama tempat sekitar buangan sampah.

Penurunan 0,08% kebiasaan anak atau penduduk mencuci tangan sebelum menyentuh makanan akan meningkatkan prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* (*A. lumbricoides*, *T. trichiura*) pada penduduk pada satuan lahan dengan permukiman di pedesaan Pulau Ambon sebesar 0,08%. Makin rendah frekuensi anak atau penduduk mencuci tangan sebelum menyentuh makanan, makin tinggi frevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths*. Penambahan 0,029% kebiasaan anak atau penduduk yang makan dengan menggunakan tangan, akan meningkatkan prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* pada penduduk pada satuan lahan dengan



Gambar 2. Distribusi kelas risiko populasi telur dan larva *soil transmitted helminths* di tanah berdasarkan satuan lahan

permukiman di perdesaan Pulau Ambon sebesar 0,03%.<sup>19</sup>

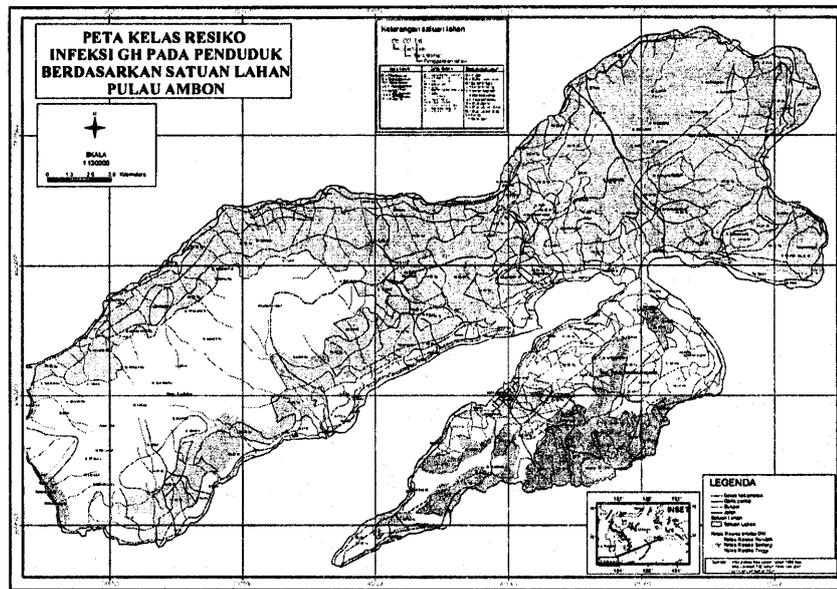
#### **Peta Risiko *Soil Transmitted Helminths***

Dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG), pada peta satuan lahan dimasukkan data-data ekoepidemiologi sebagai faktor lingkungan risiko, data sanitasi dan *personal hygiene*, data dinamika populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah lahan permukiman, juga data prevalensinya. Tumpang susun peta lingkungan risiko, peta dinamika populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* dengan peta satuan lahan akan menghasilkan peta risiko populasi *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan permukiman Pulau Ambon sebagaimana pada Gambar 2. Berdasarkan peta ini para perencana dan pembuat kebijakan dapat menemukan daerah endemis populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan Pulau Ambon secara cepat, dan akurat, serta

melakukan kontrol terhadap dinamika populasi telur dan larvanya di tanah.

Tumpang susun peta lingkungan risiko, peta dinamika populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths*, peta prevalensi *Soil Transmitted Helminths* dengan peta satuan lahan akan menghasilkan peta risiko prevalensi *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan permukiman Pulau Ambon sebagaimana pada Gambar 2. Berdasarkan peta ini para perencana dan pembuat kebijakan dapat menemukan daerah endemis *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan permukiman Pulau Ambon secara cepat, dan akurat, serta melakukan pengendalian terhadap prevalensinya.

Tumpang susun peta lingkungan risiko, peta dinamika populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths*, peta prevalensi *Soil Transmitted Helminths* dengan peta satuan lahan akan menghasilkan peta kelas risiko infeksi *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan permukiman Pulau Ambon sebagaimana pada Gambar 3.



Gambar 3. Distribusi kelas risiko infeksi *soil transmitted helminths* pada penduduk pedesaan Pulau Ambon berdasarkan satuan lahan

Berdasarkan peta pada Gambar 2 dan Gambar 3 serta hasil uji signifikansi variabel, para perencana dan pembuat kebijakan dapat menemukan daerah endemis *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan permukiman Pulau Ambon secara cepat, dan akurat, serta melakukan pengendalian terhadap prevalensinya.

Pengendalian terhadap prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* oleh Pemerintah Daerah dalam hal ini oleh Dinas Kesehatan Kota Ambon dan Dinas Kesehatan Kabupaten Maluku Tengah termasuk *stake holders* nya (Puskesmas, Pustu), maupun oleh kemitraan antar instansi pemerintah, kemitraan di luar instansi pemerintah, serta kemitraan swasta mandiri seperti Lembaga Swadaya masyarakat (LSM).

Kegiatan yang diperlukan dimulai dengan; menemukan secara cepat dan tepat komponen lingkungan risiko, kelompok risiko, sebarannya pada satuan lahan, melakukan pengobatan terhadap penderita, penyuluhan terhadap

kelompok risiko, dan rehabilitasi lingkungan dengan risiko tinggi. Intervensi tersebut mendukung kebijakan penanggulangan masalah kecacingan oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia.<sup>20</sup>

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil interpretasi citra Landsat TM+ diperoleh data ekoepidemiologi atau lingkungan risiko *Soil Transmitted Helminths*. Melalui aplikasi SIG dihasilkan peta-peta tematik yaitu; peta jenis tanah, peta bentuk lahan, dan peta penggunaan lahan. Hasil tumpang tindih ketiga buah peta tersebut adalah peta satuan lahan.

Populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan aluvial berbeda dengan di satuan lahan brunisem, gleisol, kambisol, litosol, podsolik dan rensina. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kebiasaan defekasi penduduk, tekstur tanah,  $pH$   $H_2O$  tanah, porositas tanah, kadar air lapangan,

permeabilitas tanah, indeks pertumbuhan telur *A. Lumbricoides*, indeks pertumbuhan telur *T. trichiura*, indeks pertumbuhan telur dan larva cacing kait, bahan organik tanah, dan perakaran di tanah.

Prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* di satuan lahan aluvial berbeda dengan di satuan lahan brunisem, gleisol, kambisol, litosol, podsolik dan rensina. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh variasi populasi telur dan *Soil Transmitted Helminths* di tanah, kebiasaan penduduk atau anak menggunakan alas kaki ke sekolah atau pada waktu beraktifitas ke tempat lain, sewaktu berada di luar rumah, bekerja membersihkan halaman rumah, kebiasaan mencuci tangan sebelum menyentuh makanan, dan kebiasaan makan dengan tangan.

Dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG), pada peta satuan lahan dimasukkan data-data ekoepidemiologi sebagai faktor lingkungan risiko, data sanitasi dan *personal hygiene*, data dinamika populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* di tanah lahan permukiman, juga data prevalensinya. Hasil olahannya berupa peta risiko populasi telur dan larva *Soil Transmitted Helminths* dan peta risiko prevalensi infeksi *Soil Transmitted Helminths* pada penduduk di satuan lahan permukiman perdesaan Pulau ambon.

Pada satuan lahan permukiman dengan risiko tinggi dan risiko sedang dapat dilakukan kegiatan intervensi sebagai berikut: a) penyuluhan; dilakukan kepada sasaran untuk meningkatkan pengetahuan tentang kecacingan seperti tanda-tanda atau gejala kecacingan, bahayanya, cara penanggulangan, dan pencegahan. b) pengobatan; dilakukan berdasarkan hasil

pemeriksaan tinja dengan frekuensi 6 bulan sekali. c) rehabilitasi; dilakukan melalui upaya kebersihan perorangan, kebersihan lingkungan, dan perbaikan terhadap fasilitas lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ., 2006. *Kota Ambon dalam Angka*, Badan Pusat Statistik Kota Ambon, Ambon
- Alfonso J, Morales R., 2006. *Link between Public Health Policy and Ecoepidemiology in the Integrated Control of Public Health Problems: the Example of Malaria in Venezuela*, Sociedad Cientifica de Estudiantes de Medicina de la UCV, Google, [http://www.geocities.com/actacientificaestudiantil2/39\\_2006.pdf](http://www.geocities.com/actacientificaestudiantil2/39_2006.pdf), download 16/05/2006
- Blum H.L., 1974. *Ecological and The Environment of Health Model.*, Elsevier Ltd, download 20/05/2010.
- Brooker S, Michael E., 2000. *The Potential Of Geographical Information Systems And Remote Sensing In The Epidemiology And Control Of Human Helminth Infection*, PubMed, PMID: 10997209 [PubMed-indexed for MEDLINE], download 15/11/2005
- Brooker S., 2006. *Spatial Epidemiology Of Human Schistosomiasis In Afrika: Risk Model, Transmission Dynamic and Control*, The Royal Society Of Tropical Medicine And Hygiene (2007) 101. 1-6, London
- Buckman H O, Brady N C., Terjemahan Soegiman, 1982. *Ilmu Tanah*, Bharatara Karya Aksara, Jakarta
- Chukwuma M C, Ekejindu M, Akbakoba N R, Ezeagwuna D A, Anaghalu I C, Nwosu D C., 2009. *The Prevalence And Risk Factors Of Geohelminths*

- Infections Among*, PubMed –Indexed For Medline, download 20/05/2010
- Danoedoro P., 1997. *Spatial Modeling For Health Studies Contribution Of Remote Sensing And Geographic Information Systems In Handling Health Problems*, Makalah, Disampaikan Pada Seminar Nasional Penginderaan Jauh Untuk Kesehatan Pemantauan Dan Pengendalian Penyakit Terkait Lingkungan, FK. UGM, Yogyakarta
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia., 2006. *Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 424/MENKES/SK/VI/2006 Tanggal 19 Juni 2006, Pedoman Pengendalian Cacingan*, Jakarta – Indonesia
- Khan A, Sultana A, Dar A M K, Rashid H, Najmi S A A., 2004. *Study Of Prevalence, Distribution And Risk Factors Of Intestinal Helminthic Infestation In District Bagh (Azad Kashmir)*, Issue Yaer: 2004, Issue Number: 2, Issue Month: December, New Delhy, download 26/10/ 2010
- Mardihusodo S J., 1997. *Penginderaan Jauh Untuk Kesehatan Pemantauan Dan Pengendalian Penyakit Terkait Lingkungan*, Fakultas Kedokteran. UGM, Yogyakarta
- Morishita K., 1972. *Progres Of Medical Parasitology In Japan*, Vol. IV, Meguro Parasitological Museum, Tokyo
- Nishimura H, Imai H, Nakao H, Tsokino H, Changazi M A, Hussain G A, Kuroda Y, Katoh T., 2002. *Ascaris lubricoides Among Children In Rural Communities In The Northern Area, Pakistan: Prevalence, Intensity, and Associated Socio-cultural and Behavioral Risk Factor*, Acta Tropica Volume 83 Issue 3 - Elsevier Science B.V, Japan
- Pawlowski Z S, Schad G A, Stott G J., 1991. *Hookworm Infection and Anemia*. WHO, Geneve
- Rachman S., 2002. *Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*, Kanisius, Yogyakarta
- Saathoff E, Olsen A, Sharp B, Kvalsvig J D, Chris C, Appleton, Kleinschmidt I., 2005. *Ecologic Covariates Of Hookworm Infection and Re-Infection in Rural Kwazulu-Natal/South Africa: A Geographic Information System-Based Study*, Am. J. Trop. Hyg, The American Society of Tropical Medicine and Hygiene, download 15/11/2005
- Short., 1990. *Landsat Tutorial Hand Book third edition*, NASA, USA
- Soedarto, 1992, *Helmintologi Kedokteran*, EGC, Jakarta
- Udonsi J K G., Atata G., 1987. *Necator americanus: Temperature, pH, light, and larval development, longevity, and desiccation tolerance*, Experimental Parasitology, Volume 63, Issue 2, Copyright © 1987 Published by Elsevier Inc, download 20/05/2010
- Zheng Q, Chen Y, Zhang HB, Chen JX, Zhou XN., 2009, *The Control Of Hookworm Infection In Chine*, Parasites & Vectors 2:44 doi:10.1186/1756-3305-2-44, <http://www.parasitesandvectors.com/content/2/1/44>, download 26/10/ 2010.