

Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Perkiraan Kejadian Luar Biasa Penyakit Demam Berdarah Dengue di Kota Yogyakarta (Dyah Respati Suryo Sumunar)

PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PERKIRAAN KEJADIAN LUAR BIASA PENYAKIT DEMAM BERDARAH DENGUE DI KOTA YOGYAKARTA

**Oleh:
Dyah Respati Suryo Sumunar
Staf Pengajar FISE UNY**

Abstract

Intention of this research is: (1) Knowing factors what influencing incidence case of disease DBD at one particular area settlement, (2) Knowing how Geographical Information System benefit for the management of data spatial especially related to disease DBD of through estimation of data spatial, and (3) Knowing technological role of remote sensing and Geographical Information System can be exploited to conduct the estimation or estimate to the happening of extraordinary occurrence (KLB) DBD.

Method used in this research represents the merger among interpretation aerial photograph and work the field. Interpretation aerial photograph conducted to recognize the habitat of propagation of mosquito through parameter of settlement pattern, settlement density, and vegetation. Work the field conducted for the acquirement of data irrigate, rainfall, and place of exile garbage, beside as correctness for interpretation aerial photograph. Other; Dissimilar data needed by place height, rainfall and density. Analyses the data conducted with the standing method (scoring) and join with others to compile the (overlay) use the geographical information system with the program of Arc View.

Result of research indicate that there are five (5) class mount the regional crisis to occurrence of KLB DBD, namely class do not crisis, a few/little crisis, rather crisis, crisis, and very crisis. Area which is a few/little crisis represent the widest area, or for the width of 31,83% from all of research area, whereas area which do not crisis is 22,37%, rather area of crisis 24,46%, area crisis 19,84% and area of very crisis is 1,53%. Because area which crisis and rather crisis, crisis and very crisis also wide enough 1489,475 ha (45,63%) hence need there is care early society and Yogyakarta

town to epidemic of disease DBD which possibility will be able to generate KLB.

Keyword: remote sensing, geographical information system, Quickbird image satellite, dengue haemorrhagic fever

PENDAHULUAN

Kematian penduduk karena penyakit di Indonesia masih cukup tinggi frekuensinya, baik karena penyakit menular maupun tidak menular. Penyakit paling banyak menyebabkan kematian adalah HIV/AIDS, kanker, serangan jantung, kencing manis (diabetes), tuberculosis (TBC), dan demam berdarah.

Penyakit demam berdarah (DB) dan demam berdarah dengue (DBD, *Dengue Haemorrhagic Fever* = DHF) yang belum ada obatnya disebabkan oleh virus jenis arbovirus yang masuk ke tubuh manusia melalui perantaraan nyamuk *Aedes* salah satu jenis nyamuk ini adalah *Aedes aegypti*. Nyamuk *Aedes* ini menyerang daerah perkotaan yang padat penduduknya dan memiliki mobilitas yang tinggi.

Secara kumulatif ada sekitar 30 ribu kasus DBD di Indonesia selama Januari sampai April 2008. Dari 30 ribu kasus itu, kasus kematian yang terjadi antara 1 hingga 1,3 persen selama setahun. Pemerintah kesulitan menekan angka kasus DBD, meskipun dapat menghambat laju tingkat kematian. Angka kematian akibat DBD pada tahun 1968 mencapai 40 persen. Namun seiring waktu, pada tahun 2008 ini pemerintah berhasil menekan angka kematian antara 1 sampai 1,3 persen per tahun. Upaya pemerintah ini harus didukung tindakan masyarakat dengan kesadaran hidup bersih.

Mewabahnya demam berdarah berkaitan erat dengan meledaknya populasi nyamuk saat banyak turun hujan, sebab tingkat curah hujan yang tinggi turut memicu perkembangan populasi nyamuk. Karakter nyamuk *Aedes* yang menyukai bertelur di air

bersih dan tergenang memang menjadi salah satu pemicu. Semula, *Aedes* biasanya hanya bertelur di bak-bak mandi (dimana ada air bersih yang lama tidak dikuras), namun ketika hujan tiba, tempat bersarang mereka bisa berpindah ke tempat-tempat saluran (got) yang airnya telah berganti akibat siraman hujan atau cekungan yang menampung air bersih. Karena itu ahli lingkungan menyimpulkan, perubahan iklim ternyata ikut menimbulkan peningkatan penyakit menular.

Karena perkembangbiakan nyamuk *Aedes* sebagai vektor DBD berkaitan erat dengan lingkungan, yang meliputi ketinggian tempat, curah hujan, temperatur, kepadatan permukiman, dan kepadatan penduduk, maka Geografi sebagai ilmu yang mempelajari berbagai fenomena permukaan bumi yang menekankan pada interaksi manusia dengan lingkungannya memiliki peran dalam ikut memecahkan masalah-masalah kesehatan yang terkait erat dengan lingkungan, melalui tiga macam pendekatan, yakni pendekatan keruangan (spasial), kelingkungan (ekologis), dan kewilayahan (regional) (Hagget, 1983). Di samping itu, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya juga mempengaruhi perkembangan analisis dalam Geografi. Perkembangan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) memungkinkan pengumpulan data geografis menjadi lebih meningkat waktu, menghemat biaya dan tenaga jika dibandingkan dengan menggunakan metode terestrial (lapangan). Pengumpulan data dapat dilakukan melalui bermacam-macam citra (*image*) seperti foto udara, citra satelit dan citra radar. Foto udara memiliki resolusi spasial yang tinggi sehingga mampu memberikan informasi yang rinci dan juga mampu menggambarkan wujud dan letak objek yang mirip dengan wujud dan letaknya di permukaan bumi, serta meliputi daerah yang luas dan permanen (Sutanto, 1998).

Penyakit demam berdarah dengue (*dengue haemorrhagic fever*) yang disebabkan oleh virus yang ditularkan oleh nyamuk

Aedes sebagai vektornya bukan penyakit baru di Indonesia. Kasus pertamam DBD dilaporkan pada tahun 1969 di Jakarta, bahkan jauh sebelumnya penyakit dengue, sebagai cikal bakal munculnya penyakit DBD sudah dikenal di Indonesia sejak tahun 1779 (Handrawan Nadesul, 2007).

Demam dengue disebabkan oleh virus dengue yang termasuk dalam group B *Anthropod borne virus (arboviruse)* dan sekarang dikenal sebagai genus *flavivirus*, famili *Flaviridae* serta memiliki 4 jenis serotipe yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4 (Sri Rejeki, 2004). Infeksi dengan salah satu stereotipe akan menimbulkan antibodi seumur hidup terhadap serotipe yang bersangkutan tetapi tidak ada perlindungan terhadap serotipe yang lain. Seseorang yang tinggal di daerah endemik dengue dapat terinfeksi dengan 3 atau bahkan 4 serotipe selama hidupnya. Serotipe DEN-3 merupakan serotipe yang dominan dan banyak berhubungan dengan kasus berat.

Wabah demam dengue terjadi pada tahun 1871-1873 di Zanzibar kemudian di pantai Arab dan terus menyebar ke Samudera Hindia. Pada tahun 1953, Quintos, dkk melaporkan kasus demam berdarah dengue di Philippina, kemudian disusul negara-negara lain seperti Thailand dan Vietnam. Pada dekade enam puluhan penyakit ini mulai menyebar ke negara-negara Asia Tenggara, pada tahun tujuh puluhan menyerang kawasan Pasifik, termasuk Polinesia. Hingga saat ini penyakit demam berdarah dengue terus menyebar luas di negara-negara tropis dan subtropis. (Thomas Suroso & Ali Imran U, 2004).

Virus dengue ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti*. Jenis nyamuk *Aedes* yang lain adalah *Aedes Albopictus*, *Aedes polynesiensis* dan beberapa spesies yang lain dapat pula menularkan penyakit DBD, namun merupakan vektor yang kurang berperan. Nyamuk *Aedes* berkembang biak dengan baik di belahan dunia yang mempunyai iklim tropis dan

subtropis. Iklim adalah salah satu komponen pokok lingkungan fisik yang terdiri dari temperatur udara, kelembaban, curah hujan, dan angin. Nyamuk dapat bertahan hidup pada temperatur rendah, tetapi proses metabolismenya menurun atau bahkan terhenti bila temperatur turun sampai di bawah temperatur kritis. Pada temperatur yang lebih tinggi dari 35°C juga mengalami perubahan dalam arti lebih lambat proses-proses fisiologisnya. Rata-rata temperatur optimum untuk pertumbuhan nyamuk adalah 25°C - 27°C. Pertumbuhan nyamuk terhenti sama sekali bila temperatur kurang dari 10°C atau lebih dari 40°C (Sugito, 1989).

Huber, *et al.* (2002), dalam Kittayapong (2005) mengemukakan bahwa kondisi musim dan faktor lingkungan memberikan pengaruh yang positif terhadap struktur genetik dari populasi vektor nyamuk *Aedes*. Studi di Selangor, Malaysia menunjukkan hubungan yang positif antara *dengue outbreak* atau kejadian luar biasa demam dengue dengan pola curah hujan, dimana pada saat musim penghujan, vektor *Aedes* tumbuh dan berkembang dengan baik (Li, *et al.* 1985 dalam Kittayapong, 2005). Parameter-parameter biologi dan entomologi dari vektor nyamuk *Aedes* menunjukkan hubungan korelasional dengan pola musim. Dalam model matematika hal itu dapat ditunjukkan bahwa ada pengaruh yang kuat antara musim dengan pola transmisi kejadian demam dengue serta infeksi dari *host*, dan *bitting rates* nyamuk (Bartley, Donnelly, dan Garnett, 2002 dalam Kittayapong, 2005).

Geografi adalah ilmu yang mempelajari hubungan kausal atau hubungan sebab akibat antara fenomena di permukaan bumi serta peristiwa-peristiwa yang terjadi di permukaan bumi, baik yang bersifat fisik maupun nonfisik atau yang menyangkut makhluk hidup serta permasalahannya melalui pendekatan keruangan, ekologi, dan regional. Cakupan bidang penelitian geografi meliputi bentang darat, bentang budaya, dan terutama bentang sosial dimana dalam penelitian geografi, manusia merupakan

subjek yang harus diperhatikan. Unsur tempat (*place*), ruang (*space*), dan waktu (*time*) merupakan unsur pokok bagi penelitian geografi. Oleh karena itu, penelitian geografi menekankan pada keterkaitan antara objek dan ruangnya. (Bintarto, 1984),

Geografi sebagai ilmu yang berorientasi pada masalah interaksi antara manusia dengan lingkungannya (Wrigley, 1968, dalam Bintarto dan Surastopo, 1979) menaruh perhatian khusus pada berbagai fenomena bentang lahan. Haggett (1983) menegaskan, bahwa untuk memahami berbagai fenomena tersebut, dapat dilakukan melalui tiga macam pendekatan, yaitu pendekatan spasial (keruangan), pendekatan ekologis, dan pendekatan kewilayahan (regional). Corak penelitian geografi dapat dibedakan dari ilmu yang lain, apabila ketiga pendekatan tersebut dilakukan secara terpadu.

Dalam kaitannya dengan kejadian suatu penyakit, epidemiologi geografi meneliti distribusi penyakit atas dasar tempat dan analisisnya dihubungkan dengan sifat *agent* dan lingkungan setempat, cara transmisi, dan mekanisme reservoirnya. Mengapa penyakit terdistribusi atas dasar faktor geografis, sudah banyak diketahui. Misalnya berbagai penyakit hanya berkembang di daerah tropis, tidak di daerah dingin, antara lain karena vektor penyakitnya hanya dapat berkembang biak di daerah tropis. Di dalam faktor geografis termasuk berbagai faktor, seperti iklim, temperatur, tekanan udara, kelembaban udara, radiasi matahari, dan sebagainya, yang semuanya berpengaruh terhadap *agent* maupun *host* (Julie Soemirat, 2005). *Landscape epidemiology* (epidemiologi bentang lahan) dapat dimanfaatkan untuk mengetahui kondisi geologi dan vegetasi yang mempunyai sumbangan besar terhadap patogen spesifik di alam. Elemen-elemen kunci di dalam bentang lahan, seperti ketinggian tempat, temperatur, curah hujan, dan kelembaban berpengaruh terhadap aktivitas, daya tahan dan habitat patogen, dan vektor yang senantiasa berinteraksi dengan manusia.

Penginderaan jauh memberikan kontribusi penting pada disiplin ilmu geografi, karena kemampuannya menyajikan gambaran fenomena spasial di permukaan (dan dekat permukaan) bumi pada berbagai skala dan dengan periode ulang yang tinggi. *Synoptic overview* yang dihasilkan melalui citra penginderaan jauh dapat membantu memberikan penjelasan atas pertanyaan-pertanyaan geografis (Projo Danoedoro, 1997).

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sistem informasi yang dirancang untuk mengerjakan data spasial atau data geografis (Star dan Estes, 1990). Sistem informasi merupakan sistem yang terdiri atas subsistem masukan data, penyimpanan data, pengolahan data, serta tayangan keluarannya. Sistem Informasi Geografis dapat digunakan untuk berbagai aplikasi sesuai kebutuhan, antara lain di bidang perencanaan, pengaturan dalam pengambilan keputusan, serta pekerjaan-pekerjaan di sektor pemerintahan dan swasta (Juppenlantz dan Tian, 1996).

Sistem informasi geografis tersusun atas beberapa subsistem yang saling terkait. Subsistem tersebut digunakan untuk memasukkan data, menyimpan, dan mengeluarkan informasi yang diperlukan. Masukan data adalah subsistem yang berfungsi memasukkan data dan merubah bentuk data asli ke dalam bentuk data yang dapat diterima dan dipakai dalam SIG. Masukan data dalam SIG terdiri dari dua tipe, yaitu data grafis (spasial data) dan data tabulernya (data atribut). Data grafis berasal dari peta analog, foto udara, citra, dan data penginderaan jauh lainnya dalam bentuk digital, sedangkan data tabuler berasal dari data statistik, data sensus, catatan lapangan, dan data tabuler lainnya. Kumpulan data tersebut secara umum disebut basis data yang merupakan kumpulan data keruangan dan bukan keruangan yang disimpan dalam bentuk titik, garis, dan area, serta *pixel* dan *grid*. Proses pemasukan data dapat dilakukan secara manual (dengan meja digitasi) atau otomatis (dengan penyiam atau *scanner*). Pengelolaan data merupakan

subsistem yang berfungsi untuk menyimpan data dan memanggil kembali data spasial yang berada dalam bentuk struktur topologi. Dalam pengelolaan data dengan SIG, proses memperbaharui data spasial dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Pemrosesan data merupakan subsistem yang berguna untuk manipulasi dan analisis data, di mana subsistem ini merupakan tahap penting dalam menentukan informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Keluaran data. Dalam subsistem ini semua data dapat ditayangkan atau diseleksi per bagian dari data dasar spasial yang akan dilaporkan. Keluaran ini dapat berupa informasi dalam bentuk cetak, grafik, dan atau tabel. Melalui keluaran ini dapat dilakukan indentifikasi informasi yang diperlukan dalam pengambilan kebijakan atau perencanaan. (Aronoff, 1989).

Pada perkembangannya sebagai suatu sistem informasi spasial, aplikasi SIG telah berkembang ke berbagai bidang, misalnya sistem informasi sumberdaya alam, sistem informasi sensus, sistem evaluasi lahan hutan, sistem informasi kadaster, sistem informasi pertanian, sistem informasi kesehatan, dan sebagainya. (Hartono, 1997). Alasan GIS dibutuhkan adalah karena untuk data spasial penanganannya sangat sulit terutama karena peta dan data statistik cepat kadaluarsa sehingga tidak ada pelayanan penyediaan data dan informasi yang diberikan menjadi tidak akurat.

Cara Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi timbulnya kasus penyakit DBD pada suatu daerah permukiman (2) Mengetahui seberapa besar ke-manfaatan sistem informasi geografis untuk pengelolaan data spasial terutama yang berkaitan dengan penyakit DBD melalui estimasi data spasial. (3) Mengetahui peranan teknologi peng-inderan jauh dan sistem informasi geografis dapat dimanfaatkan

untuk melakukan estimasi atau perkiraan terhadap terjadinya kejadian luar biasa (KLB) DBD

Metode yang digunakan merupakan gabungan antara interpretasi foto udara dan kerja lapangan. Interpretasi foto udara dilakukan untuk mengenali faktor-faktor penyebab kejadian wabah penyakit DBD yang dapat menimbulkan KLB DBD melalui parameter kepadatan permukiman, pola dan tata letak permukiman, dan vegetasi dan variabel lain yang diperoleh melalui observasi lapangan, yaitu variabel tempat pembuangan sampah, saluran air hujan, kepadatan penduduk, dan curah hujan. Analisis data dilakukan dengan metode pengharkatan (*skoring*) dan tumpang susun (*overlay*) menggunakan sistem informasi geografis dengan program Arc View.

Penelitian dilakukan di daerah endemik Demam Berdarah Dengue di wilayah permukiman Kota Yogyakarta, yang merupakan daerah perkotaan yang padat penduduknya.

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah citra digital Quickbird cakupan kota Yogyakarta. Peta-peta: Peta RBI lembar Yogyakarta skala 1:25.000, Peta Saluran Air Hujan skala 1:10.000, Data jumlah penduduk Yogyakarta, Data curah Hujan Yogyakarta.

PEMBAHASAN

Beberapa variabel yang menentukan terjadinya wabah demam berdarah. Pertama, nyamuk sebagai vektor (penular penyakit) yang bertelur pada genangan yang timbul akibat musim hujan. Telur menetas larva dan selanjutnya tumbuh dan berkembang menjadi nyamuk dewasa. Virus Dengue akan hidup dalam tubuh nyamuk ini. Kedua, faktor lingkungan, yaitu lingkungan pekarangan yang tidak bersih, seperti bak mandi yang jarang dikuras, pot bunga, genangan air di berbagai tempat terutama ban bekas, batok kelapa, potongan bambu, drum, kaleng-kaleng bekas, botol-botol

yang dapat menampung air dalam jangka waktu yang lama. Ketiga, faktor iklim dan musim, dimana demam berdarah akan muncul setiap tahun sebagai ancaman yang serius bagi masyarakat kita. Keempat, faktor manusia, yang kemungkinan dapat tertular atau terjangkiti dan kemudian menjadi penderita demam berdarah.

Nyamuk *Aedes* menghisap darah manusia, nyamuk ini dikenal memiliki gigitan yang aktif sekali. Terutama pada waktu pagi atau sore hari. Dalam beberapa menit saja gigitannya berpindah-pindah mencapai puluhan orang yang sedang berada di suatu tempat kumpulan orang. Oleh karena itu nyamuk *Aedes* tergolong sebagai nyamuk dengan tingkat daya tular yang sangat aktif.

Kepadatan populasi nyamuk ini sejalan dengan tingkat kepadatan penduduk dengan lingkungan yang tidak terpelihara. Satu hal yang penting untuk dimengerti lingkungan dan faktor iklim yang panas dan lembab akibat musim hujan dapat memperpanjang umur nyamuk *Aedes Aegypti*. Sekali saja nyamuk ini mengandung virus dengue maka selama hidupnya akan mampu menularkan penyakit demam berdarah.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi kejadian penyakit DBD di suatu permukiman yang dapat diidentifikasi dari citra adalah variabel pola permukiman, kepadatan permukiman, dan vegetasi. Sebagai dasar untuk identifikasi tersebut, terlebih dahulu dilakukan identifikasi penggunaan lahan untuk membedakan permukiman dan nonpermukiman.

Kota Yogyakarta yang berstatus sebagai daerah kota, penggunaan lahannya didominasi oleh bangunan terutama permukiman, namun masih ada juga beberapa wilayah yang memiliki lahan pertanian atau lahan kosong, terutama di daerah pinggiran, seperti di Kecamatan Umbulharjo. Beberapa bangunan nonpermukiman di kota Yogyakarta berupa perkantoran, sekolah, pertokoan, museum, istana negara, asrama, dan sebagainya yang masing-masing me-

miliki ciri khusus dan tata letak bangunan yang khas yang dapat diidentifikasi dari citra.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat lima (5) kelas tingkat kerentanan wilayah terhadap kejadian KLB DBD, yakni kelas tidak rentan, sedikit rentan, agak rentan, rentan, dan sangat rentan. Daerah yang sedikit rentan merupakan daerah yang paling luas, atau seluas 31,83% dari seluruh luas wilayah daerah penelitian, sementara daerah yang tidak rentan adalah 22,37%, daerah yang agak rentan 24,46%, daerah rentan 19,84% dan daerah yang sangat rentan adalah 1,53%. Karena luasan daerah yang rentan dan agak rentan, rentan dan sangat rentan juga cukup luas yakni 1489,475 ha (45,63%) maka perlu ada kewaspadaan dini masyarakat dan penduduk kota Yogyakarta terhadap wabah penyakit DBD yang kemungkinan akan dapat menimbulkan KLB.

SIMPULAN

Nyamuk *Aedes aegypti* adalah nyamuk vektor pembawa penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) yang merupakan penyakit menular yang dapat mengakibatkan kematian. Perkembangbiakan nyamuk tersebut sangat terkait dengan kondisi lingkungan dan kesehatan. Lingkungan dengan kualitas yang baik dan tingkat kesehatan yang baik memiliki tingkat kerentanan yang rendah terhadap perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* tersebut sehingga perkembangan wabah penyakit DBD dan kemungkinan untuk terjadinya Kejadian Luar Biasa penyakit DBD juga kecil. Demikian pula sebaliknya kondisi lingkungan dengan kualitas yang buruk dan tingkat kesehatan yang rendah merupakan wilayah yang tinggi tingkat kerentanannya untuk perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* sehingga wabah dan penularan penyakit DBD akan mudah meluas.

Citra penginderaan jauh dalam penelitian ini citra Quickbird dapat dimanfaatkan untuk identifikasi kejadian penyakit DBD

suatu wilayah sehingga dapat diketahui tingkat kerentanan wilayah tersebut untuk terjadinya KLB DBD. Beberapa variabel penentu dapat diperoleh dari citra penginderaan jauh, antara lain variabel kepadatan permukiman, tata letak dan pola permukiman, dan vegetasi.

Sistem informasi Geografis merupakan suatu sistem yang mampu mengolah, memperbaiki, memperbarui, dan menganalisis data, khususnya data spasial dengan cepat. Melalui SIG data yang dihasilkan dari citra dan terestrial dapat diolah, disimpan, dan ditampilkan dengan cepat. Pada penelitian ini SIG berperan sebagai alat bantu mengolah data spasial dari penginderaan jauh dan data terestris, yaitu pola permukiman, kepadatan permukiman, vegetasi, kepadatan penduduk, curah hujan, temperatur, saluran air hujan, dan tempat pembuangan sampah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kota Yogyakarta terbagi dalam lima kategori kerentanan terhadap KLB DBD, yakni tidak rentan meliputi luas 22,37%, sedikit rentan dengan luas 31,83%, agak rentan, dengan luas 24,46%, rentan dengan luas 19,84% dan sangat rentan dengan luas 1,53% dari seluruh luas wilayah.

Hasil lainnya menunjukkan bahwa faktor kualitas fisik lingkungan, kondisi sosial, dan perilaku masyarakat berpengaruh terhadap kemungkinan terjangkitnya penyakit DBD yang dapat menimbulkan KLB DBD.

Saran yang disampaikan dalam penelitian ini adalah hendaknya wabah penyakit DBD dicegah sejak dini melalui pemutusan rantai perkembangbiakan nyamuk pembawa vektor penyakit tersebut, yakni nyamuk *Aedes aegypti* dan sejenisnya, melalui pemberantasan sarang nyamuk dan 3M.

Kesadaran perilaku masyarakat untuk pemberantasan penyakit DBD sangat diperlukan sehingga kemungkinan kejadian

dan wabah penyakit DBD yang dapat menimbulkan KLB DBD dapat dicegah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arronoff, S. (1991). *Geographic Information Systems: a Management Perspective*. WDL Publications.
- Bintarto (1984). *Kajian Aspek Geografi*, Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada
- Bintarto dan Surastopo Hadisumarmo (1979). *Metode Analisis Geografi*. Yogyakarta: LP3ES.
- Hagget. Petter (1983). *Geography: A Modern Synthesis* (3rd ed). New York: Prentice Hall
- Handrawan Nadesul (2007). *Cara Mudah Mengalahkan Demam Berdarah*. Jakarta: Kompas.
- Hartono. (1997). *Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis*. Makalah Seminar Nasional Penginderaan Jauh untuk Kesehatan Pemantauan dan Pengendalian Penyakit Terkait Lingkungan, Pokja Inderajakes Fakultas Kedokteran UGM, 15 November 1997.
- Juli soemirat (2005). *Epidemiologi Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Juppenlatz, Morris and Tian, Xiaofeng. (1996). *Geographic Information System and Remote Sensing*. Australia: Mc.Graw Hill Book Company.
- Kittayapong, Pattamaporn. (2005). *Malaria and Dengue Vector Biology and Control in Southeast Asia*. Bangkok: Center for Vector-Borne Diseases and Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University.

- Projo Danoedoro. (1997). *Pemodelan Spasial untuk Kajian Kesehatan*. Makalah Seminar Nasional Penginderaan Jauh untuk Kesehatan Pemantauan dan Pengendalian Penyakit Terkait Lingkungan, Pokja Inderajakes Fakultas Kedokteran UGM, 15 November 1997.
- Sri Rezeki H Hadinegoro dan Hindra Irawan Satari (Editor). *Demam Berdarah Dengue*: Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Star, J; Estes, J.E. (1990). *Geographical Information Systems: An Introduction*. Englewood Cliffs: Prentice Hall
- Sugito R, (1989). *Aspek Entomologi Demam Berdarah Dengue*. Dalam Haryanto B, dkk. *Berbagai Aspek Demam Berdarah dengue dan Penanggulangannya*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Sutanto. (1998). *Mengenali dan Memetakan Permukiman Kumuh Berda-sarkan Foto Udara Skala Besa*". Makalah Seminar Nasional Optimalisasi Penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis. Yogyakarta; Gadjah Mada University Press.
- Thomas Suroso dan Ali Imran Umar. (2004). *Epidemiologi dan Penanggulangan Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) di Indonesia saat ini*. dalam Sri Rezeki H Hadinegoro dan Hindra Irawan Satari (Editor). *Demam Berdarah Dengue*: Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.