STUDI SEBARAN KAWASAN RESAPAN (*PERMEABLE AREA*) PADA BERBAGAI TIPE PENGGUNAAN LAHAN

Donny Harisuseno[1)], Rispiningtati[1)], Ussy Andawayanti[1)], Ery Suhartanto[1)], Anggara WWS[1)] dan Sapto Dwi Hari Oktavianto[2)]

[1)]Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

[2)] Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Abstrak: *Perubahan penggunaan lahan dari daerah yang dulunya resapan air menjadi daerah yang bersifat kedap air di kawasan perkotaanmenyebabkan berkurangnya area resapan, sehingga menimbulkan limpasan di permukaan (surface runoff) yang kemudian menjadi genangan atau banjir ketika musim hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi peta sebaran kawasan resapan air pada berbagai tipe penggunaan lahan.*

Fokus penelitian dilakukan di Sub DAS Brantas yang secara administrasi terletak di Kecamatan Klojen, Kota Malang.Pemetaan kawasan resapan air dilakukan secara spasial (keruangan) dengan bantuan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis dengan mempertimbangkan input hujan dengan kala ulang 2, 5, 10, 25 tahun dan perubahan tata guna lahan tahun 2000, 2005 dan 2010.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan respon infiltrasi pada setiap penngunaan lahan. Berturut-turut hasil pengukuran infiltrasi pada masing-masing tata guna lahan di lokasi penelitian dari nilai terbesar sampai terkecil adalah ruang terbuka hijau (0,172 mm/menit), semak belukar (0,068 mm/menit), sekitar kawasan perdagangan (0,043 mm/menit), sekitar fasilitas umum dan sosial (0,032 mm/menit) dan pemukiman (0,031 mm/menit).Hasil analisa potensi kawasan resapan air menunjukkan kecenderungan menurun dari tahun 2000 sampai tahun 2010 dimana untuk masukan hujan kala ulang 5 tahun nilai potensi kawasan resapan air adalah 8,15% (tata guna lahan 2000), 7,82% (tata guna lahan 2005), dan 6,6% (tata guna lahan 2010). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan penting terkait dengan perencanaan tata ruang berbasis konservasi air di kawasan perkotaan terutama di Kota Malang.

Kata kunci*: Model KINEROS, Infiltrasi, Kawasan Resapan Air.*

Abstract: *Development in an urban area as an impact of high density population is always in line with landuse change. Alteration of landuse from permeable area into impermeable area give an impact on reducing amount of rainfall which infiltrate into soil. This situation directy will cause an inundation problem in an urban area.The research was located in Brantas Sub Watershed which was administered include in the Klojen District, Malang. The study was focussed on estimate spatially an infiltration area map by considering various of landuse type. Analyses of infiltration area spatially was performed by applying hydrological model which integrated with Geographical Information System.*

The result showed that there was difference response on each landuse type in term of infiltration rate which occurred. Direct field measurement was conducted on each landuse type and exhibited level of infiltration rate from least one to biggest one, namelygreen open area (0,172 mm/min), shrub (0,068 mm/min), commercial area (0,043 mm/min), social and public facility area (0,032 mm/min) and residential area (0,031 mm/min), respectively. Spatial analyses of infiltration areausing hydrological model KINEROS by considering 5 year design rainfall showed percentage of infiltration area 8,15% (for landuse year 2000), 7,82% (for landuse year 2005), and 6,6% (for landuse year 2010(, respectively.It can be known that the percentage of infiltration area was decrease from year 2000 to 2010. These results were hoped to be an important information for city planning especially in term of land and water conservation in urban area.

Keywords*: KINEROS model, Infiltration, Infiltration Area*

Bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan lahan menjadi semakin meningkat. Kebutuhan yang semakin mendesak ditambah dengan lemahnya peraturan akan fungsi kawasan menyebabkan rentan terjadinya perubahan penggunaan lahan. Lahan yang dulunya merupakan daerah terbuka

maupun daerah resapan air (*pervious area*), berubah menjadi daerah yang tertutup perkerasan dan bersifat kedap air (*impervious area*). Perubahan penggunaan lahan seperti ini memyebabkan pada musim penghujan, air hujan tidak lagi dapat meresap ke dalam tanah, sehingga menimbulkan limpasan di permukaan (*surface runoff*) yang kemudian menjadi genangan atau banjir. Kondisi seperti ini juga akan mempengaruhi kelestarian airtanah (*groundwater*), karena air hujan yang meresap ke dalam tanah merupakan imbuhan airtanah secara alami (*natural recharge*).

Penelitian ini mengambil lokasi di Kecamatan Klojen, Kota Malang dan bertujuan untuk mengestimasi sebaran kawasan resapan air (dalam hal ini diidentikkan dengan infiltrasi) pada berbagai tipe penggunaan lahan yang ada di lokasi penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi pendukung terutama dalam perencanaan tata ruang berbasis konservasi air.

TINJAUAN PUSTAKA

Limpasan pemukaan

Limpasan permukaan yang berlebih merupakan ancaman bahaya banjir sehingga dalam penataan kawasan, identifikasi dari parameter-parameter yang mempengaruhi limpasan permukaan harus dilakukan. Pengaruh vegetasi terhadap limpasan permukaan dapat diterangkan bahwa vegetasi dapat menghalangi jalannya air larian dan memperbesar jumlah air yang tertahan diatas permukaan tanah (*surface detention*), dengan demikian menurunkan laju limpasan permukaan (Asdak, 1995: 155).Ada beberapa faktor yang menentukan dan saling mempengaruhi limpasan permukaan secara bersamaan. Faktor - faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu elemen meteorologi dan elemen sifat fisik daerah pengaliran (Sosrodarsono & Takeda, 1978 : 135). Elemen meteorologi meliputi jenis presipitasi, intensitas hujan, durasi hujan, dan distribusi hujan dalam daerah pengaliran, sedangkan elemen sifat fisik meliputi tata guna lahan (*land use*), jenis tanah, dan kondisi topografi daerah pengaliran (*catchment*).

Analisa Hidrologi

1. Uji Konsistensi data

Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengiriman atau saat pengukuran. Data hujan disebut konsistensi berarti data yang terukur dan dihitung adalah teliti dan benar sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi (Soewarno, 2000:199).

2. Hujan rerata daerah

Dalam penelitian ini, analisa hujan rerata daerah dilakukan dengan menggunakan cara rata-rata aljabar:

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + ..d_n}{n} = \sum_1^n \frac{d_i}{n}$$

dimana:

d = tinggi curah hujan rerata daerah

$d_1, d_2, d_3 \ldots d_n$ = tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,3,…n

n = banyaknya pos penakar

3. Hujan Rancangan

Hujan rancangan adalah hujan terbesar yang mungkin terjadi pada suatu daerah tertentu pada periode ulang tertentu. Metode yang digunakan pada studi ini adalah *Log Pearson Type III.*

4. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji ini dilakukan secara horisontal dengan menggunakan *Metode Smirnov Kolmogorof* dan vertikal dengan menggunakan *Metode Chi Square.*

MODEL KINEROS (*KINEMATIC RUNOFF EROSION*)

Model KINEROS merupakan model hidrologi berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dikembangkan oleh USDA-ARS (*Agricultural Research Services*), *Southwest Watershed Research Centre* bekerja sama dengan US EPA *Office of Research and Development*yangtermasuk dalam program AGWA (*Automated Geospatial Watershed Assessment*). Model KINEROS, adalah bagian dari program AGWA yang merupakan alat untuk menganalisis fenomena hidrologi untuk penelitian tentang daerah pengaliran sungai.

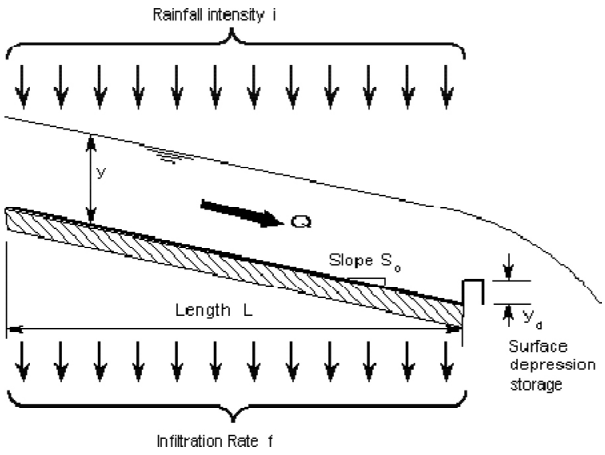
Model ini dirancang untuk mensimulasikan proses infiltrasi, kedalaman limpasan permukaan dan erosi yang terjadi pada suatu DAS dengan skala yang relatif kecil yaitu ≤ 100 km^2 (AGWA *theoritical documentation*, 2000).

Dasar filosofis model KINEROS

Dasar pemikiran dari model KINEROS adalah, apabila suatu lahan menerima hujan dengan intensitas tertentu, maka air yang jatuh ke permukaan tanah sebagian akan terinfiltrasi ke dalam tanah sampai batas kejenuhan tertentu, sedangkan sebagian lagi akan melimpas di atas permukaan tanah atau menggenang. Keadaan ini tergantung dari kemampuan tanah dalam menyerap air berdasarkan berbagai faktor

yang mempengaruhinya, antara lain kemiringan dari suatu lahan, komponen-komponen penyusun tanah dan sifat-sifat fisik tanah.

Dasar pemikiran model KINEROS tersebut diilustrasikan sebagaimana Gambar 1. Data-data yang diperlukan dalam model KINEROS terdiri dari data peta topografi dalam bentuk*Digital Elevation Model* (DEM), tekstur tanah, permukaan tanah dan parameter hujan. Dengan memasukkan semua parameter yang diperlukan untuk menjalankan model KINEROS, maka akan diperoleh nilai dari infiltrasi dan limpasan permukaan yang berupa kedalaman infiltrasi dan kedalaman limpasan permukaan yang terjadi.



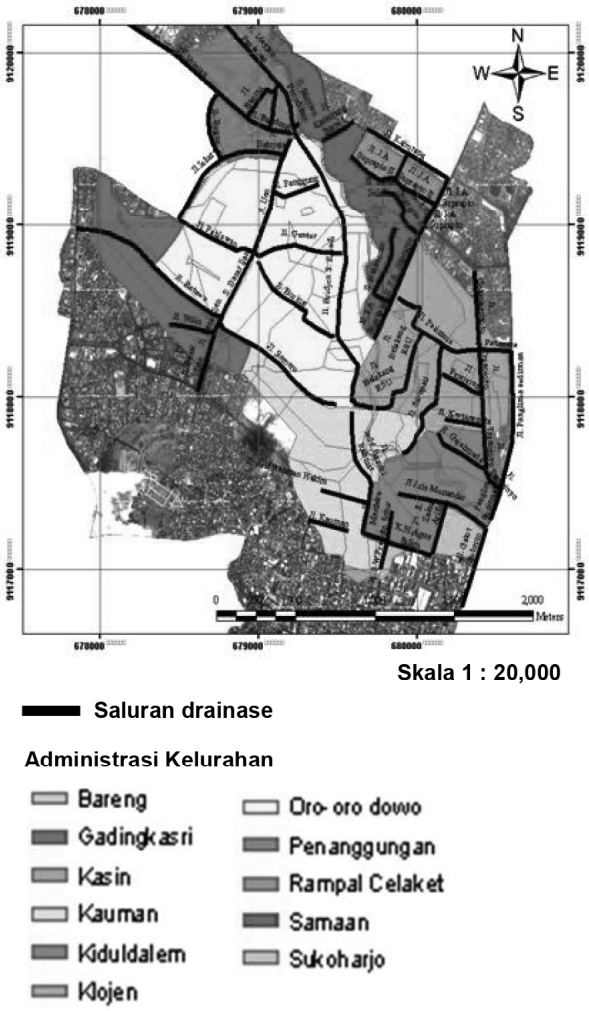
Gambar 1. Ilustrasi Model KINEROS

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian meliputi sistem drainase utama di Sub DAS Brantas di Kecamatan Klojen Kota Malang yang memiliki luas DAS relatif kecil 4,403 km^2.Jenis tanah yang terdapat di lokasi terdiri dari aluvial dan andosol. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.

Dalam penelitian ini analisa hubungan antara tipe penggunaan lahan dengan besarnya laju infiltrasi dilakukan dengan menggunakan data pendukung berupa peta topografi, peta tata guna lahan, data curah hujan, data sifat fisik tanah, serta tekstur tanah. Data-data tersebut kemudian diolah dan dianalisa dengan prosedur pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Prediksi laju sebaran infiltrasi atau kawasan resapan dilakukan dengan menerapkan model hidrologi KINEROS (*Kinematic Runoff Erosion*). Analisa data spasial (aspek keruangan) dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *(software) ArcView GIS 3.3*, sedangkan analisa data non-spasial dengan menggunakan alat bantu *Microsoft Excel* dan ditampilkan dalam format *ArcView 3.3.*



Gambar 2. Lokasi penelitian

Survei lapangan dilakukan untuk mengambil sampel tanah dan mengukur laju infiltrasi di lapangan pada berbagai tipe penggunaan lahan. Hasil pengukuran infiltrasi lapangan ini digunakan untuk mengetahui keakurasian infiltrasi hasil keluaran model hidrologi. Selanjutnya analisa laboratorium dilakukan sebagai untuk mendapatkan sifat fisik tanah yang mempengaruhi infiltrasi.

Hasil keluaran model berupa kedalaman infiltrasi secara keruangan pada setiap tipe penggunaan lahan selanjutnya akan digunakan untuk menyusun peta kawasan resapan air.Prosentase kawasan resapan air diperoleh dengan membagi kedalaman infiltrasi tersebut dengan tinggi curah hujan rancangan dengan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun pada sub-sub DAS di lokasi penelitian lalu dikalikan 100%. Tahap selanjutnya, dilakukan pengklasifikasian kawasan resapan air untuk melihat daerah-daerah mana yang mempunyai potensi sangat rendah sampai dengan sangat tinggi, sehingga hasil ini dapat digunakan sebagai landasan dalam analisa penggunaan lahan berlandaskan konservasi air. Dengan adanya peta kawasan resap-

an air ini diharapkan dapat digunakan sebagai landasan dalam analisa penggunaan lahan berlandaskan konservasi air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

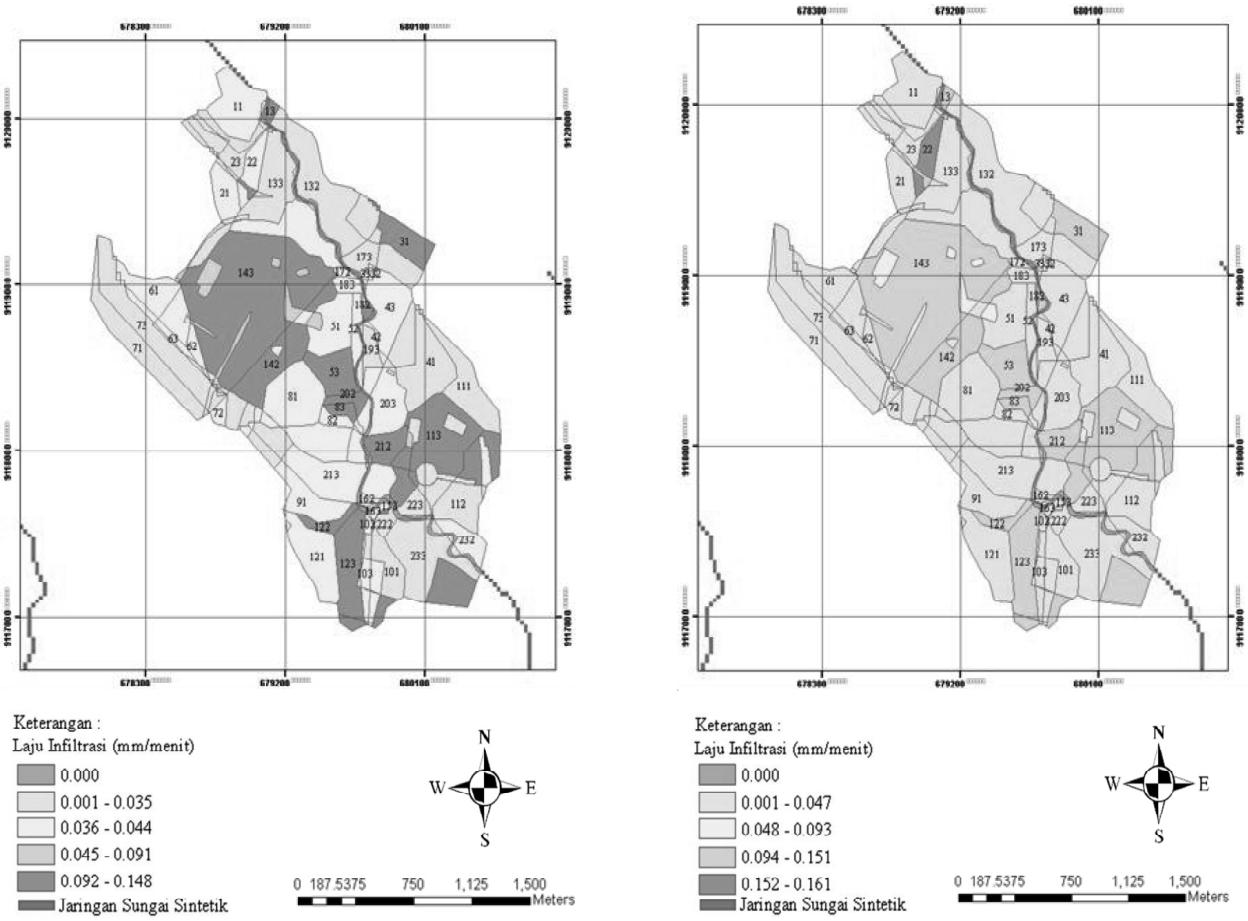
Pengukuran laju infiltrasi di lapangan dilakukan dengan menggunakan alat ukur infiltrasi Turf-Tec Infiltrometer IN2-W dari Laboratorium Tanah dan Air Tanah, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Berturut-turut hasil pengukuran infiltrasi pada masing-masing tata guna lahan di lokasi penelitian dari nilai terbesar sampai terkecil adalah ruang terbuka hijau (0,172 mm/menit), semak belukar (0,068 mm/menit), sekitar kawasan perdagangan (0,043 mm/menit), sekitar fasilitas umum dan sosial (0,032 mm/menit) dan pemukiman (0,031 mm/menit).

Kalibrasi model KINEROS dilakukan dengan membandingkan infiltrasi hasil keluaran model dengan infiltrasi pengukuran di lapangan. Dari hasil perhitungan diperoleh besar perbedaan antara laju infiltrasi pengukuran dan keluaran model KINEROS sebesar 11,7%.

Analisa sebaran laju infiltrasi dengan model KINEROS dilakukan dengan mempertimbangkan tata guna lahan di lokasi penelitian tahun 2000, 2005, dan 2010 dengan masukan hujan dengan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun.Gambar 3 menunjukkan sebaran infiltrasi keluaran model KINEROS untuk tata guna lahan tahun 2005 dan 2010.Hasil perhitungan infiltrasi dari model KINEROS menunjukkan bahwa ada perbedaan respon tata guna lahan terhadap hujan yang turun yang diperlihatkan dengan adanya perbedaan nilai infiltrasi untuk masing-masing tata guna lahan yang ditinjau.

Dari hasil sebaran infiltrasi yang telah dihasilkan, selanjutnya dilakukan analisa potensi kawasan resapan air di lokasi penelitian.

Berdasarkan hasil perhitungan potensi kawasan resapan air yang dinyatakan dalam prosentase pada lokasi penelitian, dapat diketahui bahwa terdapat kecenderungan menurunnya potensi kawasan resapan air dari tahun 2000 sampai tahun 2010. Dari hasil analisa diketahui untuk hujan dengan kala ulang 5 tahun, pada tahun 2000, potensi kawasan resapan air untuk lokasi penelitian masih berkisar 8,15%, ke-



Tahun 2005 Tahun 2010

Gambar 3. Sebaran laju infiltrasi keluaran model untuk tahun 2005 dan 2010

mudian menurun menjadi 6,06% pada tahun 2010. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh adanya alihfungsi lahan yang signifikan di lokasi penelitian.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah.

Hasil perhitungan infiltrasi dari model KINEROS menunjukkan bahwa ada perbedaan respon tata guna lahan terhadap hujan yang turun yang diperlihatkan dengan adanya perbedaan nilai infiltrasi untuk masing-masing tata guna lahan yang ditinjau. Jenis penggunaan lahan ruang terbuka hijau dan semak belukar memiliki nilai laju infiltrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis penggunaan lahan lainnya. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa variabel hujan memberikan pengaruh terhadap nilai infiltrasi yang terjadi di lokasi penelitian dimana nilai infiltrasi cenderung bertambah besar apabila curah hujan yang turun bertambah besar pula.

Analisa potensi kawasan resapan air hasil model KINEROS menunjukkan bahwa Rata-rata prosentase nilai potensi kawasan resapan air yang terjadi untuk hujan dengan kala ulang 5 tahun berturut-turut adalah 8,15% (tata guna lahan 2000), 7,82% (tata guna lahan 2005), dan 6,6% (tata guna lahan 2010). Luas potensi kawasan resapan air memiliki kecenderungan menurun dari tahun 2000 sampai tahun 2010. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh adanya alihfungsi lahan yang signifikan di lokasi penelitian.

SARAN

Hendaknya dalam memanfaatkan model harus selalu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan acuan alat kalibrasi yang benar, agar diperoleh hasil model yang akurat sesuai kondisi daerah penelitian.

Penelitian yang serupa pada masa mendatang hendaknya lebih difokuskan pada area yang tidak terlalu luas, mengingat tingkat kompleksitas variabel yang mempengaruhi proses infiltrasi semakin banyak dengan semaikin luasnya area penelitian.

Hendaknya melakukan penelitian lanjutan bagaimana pengaruh kemiringan lereng pada tiap penggunaan lahan terhadap besarnya infiltrasi sebagai upaya pengendalian keseimbangan air serta pengendalian banjir.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB. Bogor.

Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Hardjowigeno, S. 1993. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.

Harto, S. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Kartasaputra, A. G. 1985. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta: PT Bina Aksara.

Parlange, J.Y., I. Lisle, R. D. Braddock,. dan R. E. Smith. 1982. *The Three-Parameter Infiltration Equation*, *J. Soil Science* 133(6): 337-341.

Prahasta, E. 2001. *Sistem Informasi Geografis: Tutorial ArcView*. Bandung: CV. Informatika.

Smith, R. E., C. Corradini dan F. Melone. 1993. *Modeling Infiltration for Multistorm Runoff Events*, *J. Water Resources Research* 29(1): 133-144.

Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid II*. Bandung: Nova.

Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air*. Yogyakarta: Andi.