

**PENELITIAN PENDAHULUAN
MUTU AIR HUJAN DI KOTAMADYA YOGYAKARTA**
*Rain Water Quality in Yogyakarta Municipality
A Preliminary Study*

Oleh
Sudarmadji*

ABSTRACT

A preliminar study on rainwater quality was conducted in the municipal area of Yogyakarta (Central Java) to reveal its chemical characteristics and spatial variation within the municipality. Seven rainwater samples were collected within the municipality and one sample to the north of Yogyakarta. The samples have been analyzed on major chemical elements and the general physical characteristics. The analysis shows that rainwater in the municipal area contains relatively high concentrations of some specific chemical elements. In the central part of the city HCO_3 , Ca, Mg, and SiO_2 and the electrical conductivity appear to be substantially higher than in the suburban areas. The relatively high concentrations are thought to be the result of urban activities, in particular combustion waste from motorised traffic and dust production which dissolves in rainwater.

INTISARI

Penelitian pendahuluan tentang mutu air hujan ini dilakukan di daerah Kotamadya Yogyakarta, untuk mengetahui mutu air hujan dan agihannya menurut ruang di kota tersebut. Sampel air hujan dikumpulkan selama bulan Januari 1986 sampai bulan Maret 1986 dari delapan lokasi, tujuh lokasi terletak di dalam Kotamadya Yogyakarta dan sebuah lagi terletak di sebelah utara Kotamadya Yogyakarta. Sampel air yang dikumpulkan telah dianalisis untuk mengetahui konsentrasi beberapa unsur/zat kimia dan beberapa sifat fisik air tersebut. Dari hasil analisis telah diketahui bahwa air hujan di daerah tersebut telah mengandung beberapa unsur kimia dalam konsentrasi yang relatif tinggi. Di daerah pusat kota, HCO_3 , Ca, Mg dan SiO_2 dan sifat fisik berupa daya hantar listrik menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di daerah-daerah yang terletak di pinggiran kota. Konsentrasi zat kimia yang tinggi diperkirakan sebagai akibat pengaruh aktivitas kota, terutama lalu lintas kendaraan yang menghasilkan sisa pembakaran dan debu yang larut dalam air hujan tersebut.

* Drs. Sudarmadji, M. Eng. Sc. adalah Lektor Madya dalam Hidrologi pada Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

kimia yang tinggi diperkirakan sebagai akibat pengaruh aktivitas kota, terutama lalu lintas kendaraan yang menghasilkan sisa pembakaran dan debu yang larut dalam air hujan tersebut.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan daerah perkotaan banyak menimbulkan dampak pada kondisi lingkungan di sekitarnya, baik yang merupakan dampak positif maupun dampak negatif. Banyak masalah yang sering timbul sebagai akibat berkembangnya suatu daerah perkotaan. Marcus (1972) menyebutkan bahwa perkembangan daerah urban, yang disebutnya sebagai urbanisasi antara lain memberikan dampak berupa bertambah besarnya volume limpasan dan bertambah buruknya mutu (kualitas) air di daerah yang bersangkutan yang sering disebut sebagai pencemaran air.

Telah banyak penelitian yang menyangkut masalah pencemaran air di daerah kota, yang meliputi penelitian pencemaran air permukaan, maupun pencemaran yang terjadi pada air tanah, seperti yang dilakukan oleh Ruane dan Fruh (1973), Bryan (1972), Angino, Magnuson dan Stewart (1972) dan Yamamoto dan Hida (1974). Pencemaran lingkungan yang terjadi di daerah perkotaan tidak hanya terbatas pada pencemaran air, akan tetapi juga terjadi pada udara. Pencemaran udara dapat disebabkan oleh industri-industri yang membuang sisa pembakarannya ke udara, dapat pula berupa sisa pembakaran dari kendaraan bermotor. Pencemaran udara tersebut dapat lebih jauh lagi berpengaruh terhadap air hujan di daerah yang bersangkutan, terutama terhadap mutu air hujan tersebut.

Air hujan yang merupakan sumber air permukaan dan air tanah sudah mengandung zat kimia, contohnya gas terlarut dan ion-ion yang telah ada di dalamnya yang bersumber dari laut. Apabila hujan di suatu daerah telah mengandung berbagai zat kimia di dalamnya, tentu saja mutu air tanah dan air sungai di daerah yang bersangkutan dipengaruhi pula oleh mutu air hujan di daerah tersebut. Air hujan merupakan tenaga pelarut batuan di daerah air hujan tersebut jatuh. Dengan terdapatnya gas seperti CO_2 dan H^+ di dalamnya air hujan dapat merupakan tenaga pelarut yang sangat efektif, misalnya saja air hujan yang mengandung CO_2 tersebut jatuh di daerah yang berbatuan kapur, menyebabkan batuan tersebut dengan mudah larut di dalamnya.

Penelitian tentang mutu air hujan di Indonesia masih sangat jarang dilakukan walaupun sebetulnya penelitian tentang mutu air hujan juga merupakan hal yang penting. Beberapa penelitian yang menyangkut air hujan yang pernah dilakukan, walaupun tidak mengkhhususkan pada penelitian air hujan, adalah penelitian yang dilakukan oleh Suwarno (1976) Panuju Hadi (1976), Sudarmadji (1975) dan Bruijnzel (1976). Penelitian yang mempunyai objek penelitian yang sama yang dilakukan di luar negeri mungkin lebih banyak jumlahnya, akan tetapi hanya beberapa yang dapat dikemukakan oleh penulis, antara lain penelitian yang dilakukan oleh Dethier (1979) dan Carrol (1962).

Sebagai daerah perkotaan yang sedang dan terus akan berkembang, Kotamadya Yogyakarta dapat memberikan dampak positif maupun dampak negatif terhadap keadaan lingkungan di sekitarnya atau di dalam kotamadya itu sendiri. Mengingat bahwa daerah kotamadya ini yang sedang berkembang dan tertarik kepada dampak negatif yang

ditimbulkannya, serta langkanya penelitian mutu air hujan yang dilakukan di Indonesia, penulis melakukan penelitian pendahuluan tentang mutu air hujan di daerah ini. Dengan penelitian semacam ini, dapat diketahui dampak perkembangan kota, khususnya dampak negatif terhadap mutu air hujan di daerah kota tersebut. Dengan hasil yang diperoleh, diharapkan dapat diperoleh gambaran tentang mutu air hujan di daerah-daerah perkotaan lain, yang mempunyai kondisi yang kurang lebih sama seperti Kotamadya Yogyakarta. Penelitian pendahuluan ini diharapkan pula dapat menarik penelitian yang sejenis, yang sifatnya lebih mendalam.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan di daerah Kotamadya Yogyakarta ini adalah sebagai berikut :

1. untuk mengetahui mutu air hujan di daerah Kotamadya Yogyakarta secara umum,
2. untuk mengetahui mutu air hujan dalam kaitannya dengan lokasi dan mengadakan analisis keruangan terhadap mutu air hujan di daerah Kotamadya Yogyakarta.

Penelitian yang sifatnya umum ini berguna untuk memperoleh informasi tentang keadaan mutu air hujan di daerah Kotamadya Yogyakarta. Dalam lingkup yang lebih luas penelitian ini berguna untuk memperoleh informasi tentang keadaan mutu air di daerah perkotaan, yang pada saat ini masih sangat langka.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini dikemukakan penelitian dan pustaka yang ada kaitannya dengan penelitian yang dilakukan. Penelitian yang mengkhususkan pada penelitian tentang mutu air hujan memang jarang dilakukan. Di luar negeri pun penelitian tentang hujan banyak yang diarahkan kepada penelitian hujan yang bersifat kuantitatif.

Air hujan sebetulnya bukan lagi merupakan air yang murni, seperti dikemukakan oleh Hem (1970) yang telah mengumpulkan hasil-hasil penelitian tentang air hujan, terutama yang dilakukan di Amerika. Air hujan yang telah dikumpulkan dari berbagai tempat di Amerika telah mengandung berbagai zat kimia. Mengutip penelitian yang dilakukan oleh Junge et al. (1970), dan Hem (1970) mengemukakan bahwa penelitian yang dilakukan di 60 lokasi stasiun pencatat hujan yang tersebar di seluruh Amerika Serikat, kecuali Alaska dan Hawaii, dari Juli 1955 sampai Juli 1966 diperoleh hasil bahwa konsentrasi klorida dalam air hujan secara menyolok menurun dari beberapa puluh miligram per liter di daerah yang berdekatan dengan pantai menjadi hanya beberapa per sepuluh miligram per liter di daerah pedalaman, sedangkan konsentrasi sulfat secara nyata bertambah tinggi ke arah pedalaman, yaitu rata-rata mencapai 1 hingga 3 miligram per liter. Hem (1970) menunjukkan pula komposisi air hujan di beberapa tempat. Dari apa yang dikemukakannya dapat diketahui bahwa air hujan mempunyai komposisi kimia yang berbeda-beda, tidak hanya dari satu tempat ke tempat lain, tetapi juga dari waktu ke waktu walaupun masih dalam satu kejadian hujan.

Lebih jauh dari apa yang dikemukakan oleh Hem (1970), Carrol (1962) dalam penelitiannya tentang air hujan, membuat analisis lebih jauh lagi, yaitu sampai kepada pengaruh hujan terhadap kelarutan batuan dan air hujan sebagai tenaga kimia dalam proses

geologi. Dalam penelitiannya disajikan hasil analisis kimia air hujan yang diambil di berbagai tempat untuk menunjukkan variasi kandungan zat kimia yang penting. Dalam proses pelapukan batuan dan proses pembentukan tanah, komposisi kimia air hujan mempunyai pengaruh yang penting, yang telah dipelajarinya dengan mengadakan evaluasi di beberapa tempat di daerah arid. Di daerah-daerah humid, penambahan kation yang berupa kalsium, magnesium, kalium dan natrium secara tahunan oleh air hujan diperkirakan dapat mempengaruhi air tanah, dan tentunya juga dalam proses pertukaran ion (ion exchange) pada mineral lempung. Dalam tulisannya, Carrol (1962) juga menampilkan hasil analisis air hujan yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang diperoleh di berbagai tempat, seperti di Eropa dan Australia. Dari hasil yang disajikannya nampak bahwa air hujan mempunyai komposisi kimia yang bervariasi, yang berbeda dari satu tempat ke tempat lain.

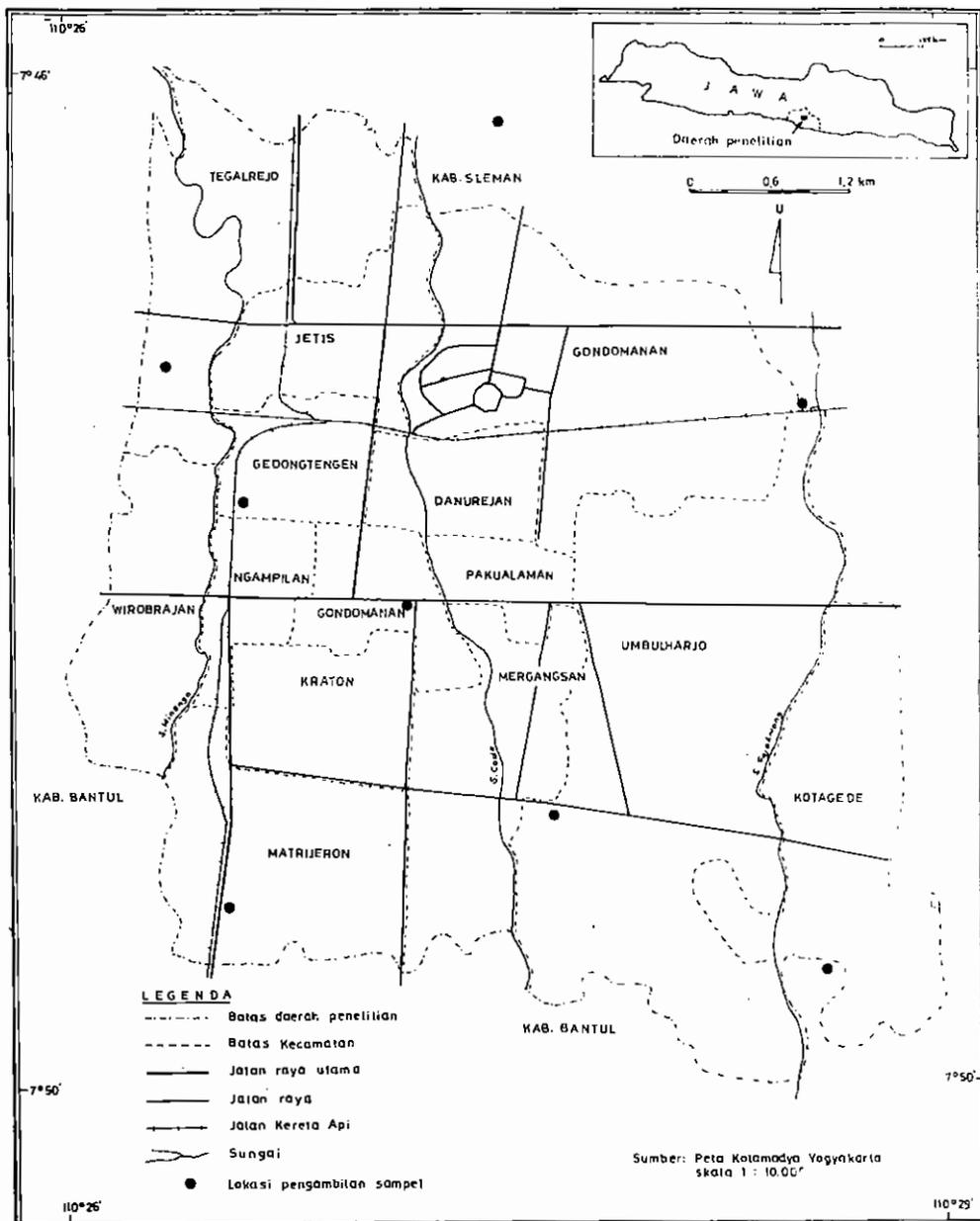
Sudarmadji (1975) dalam penelitiannya di Daerah Aliran Sungai Serayu antara lain mengemukakan hasil analisis air hujan yang diambil di daerah Baturraden, lereng selatan Gunungapi Slamet, daerah Cilacap dan daerah Adipala, pantai selatan Jawa Tengah. Dari tempat-tempat tersebut telah didapatkan hasil analisis yang menunjukkan bahwa mutu air hujan di daerah-daerah tersebut berbeda dan mempunyai kekhasan sendiri-sendiri, karena adanya pengaruh faktor setempat. Air hujan yang diambil di daerah Adipala dan Cilacap memiliki kandungan (kadar) klorida yang tinggi, sedangkan di daerah Baturraden air hujan mempunyai kadar sulfat yang tinggi. Hasil penelitian air hujan dapat pula diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh Suwarno (1976) dan oleh Panuju Hadi (1976).

Dari penelitian yang disebutkan di atas, secara umum dapat diketahui bahwa benar kalau air hujan bukan lagi merupakan air murni. Di dalamnya telah didapatkan berbagai macam zat kimia yang terlarut, yang ternyata erat kaitannya dengan kondisi setempat. Namun demikian, di Indonesia informasi tentang mutu air hujan di daerah kota masih langka.

CARA PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara bertahap, yang dimulai dengan tahap persiapan, berturut-turut diikuti dengan tahap-tahap pengumpulan data, pengolahan data, dan diakhiri dengan tahap penulisan. Dalam tahap persiapan telah dikaji beberapa penelitian yang ada hubungannya dengan penelitian yang akan dilaksanakan dan juga dilakukan orientasi medan untuk menentukan tempat-tempat pengukuran dan pemasangan alat, khususnya alat penangkap sampel air hujan. Dalam tahap pelaksanaan pekerjaan lapangan telah dipasang alat penangkap sampel air hujan yang ditempatkan di tempat-tempat yang memungkinkan, serta dipertimbangkan penyebaran lokasi pengambil sampel air hujan tersebut. Lokasi penangkap sampel air hujan tersebut terletak di Kotagede, Umbulharjo, Jalan Bantul, Sapen, Gondomanan, Tegalrejo, Ngampilan, dan sebuah lagi ditempatkan di Berek yang berada di luar Kotamadya Yogyakarta. Lokasi stasiun-stasiun penangkap sampel air hujan tersebut ditunjukkan pada Peta 1.

Sampel air hujan dikumpulkan dengan alat pengambil air hujan, yang berupa corong yang dilengkapi dengan botol sampel. Corong tersebut diletakkan di atas botol sampel, berfungsi sebagai penangkap air hujan, sedangkan botol yang diletakkan di bawahnya berfungsi sebagai penampung dan penyimpan sampel air hujan yang telah tertangkap. Mengingat bahwa sedikitnya air hujan yang dapat tertangkap, pengumpulan sampel dilakukan



Peta 1. Peta Situasi Kotamadya Yogyakarta

sekali dalam seminggu. Hal tersebut dilakukan, terutama menyangkut volume sampel yang digunakan untuk dianalisis, karena apabila volume sampel terlalu sedikit, tidak akan mencukupi untuk dianalisis.

Analisis laboratorium untuk mengetahui zat kimia yang terdapat di dalam air hujan tersebut dilakukan di Laboratorium Hidrologi, Fakultas Geografi UGM. Dalam penelitian kali ini, analisis mutu air hujan tidak dilakukan secara lengkap, akan tetapi hanya beberapa parameter saja yang dianalisis, sesuai dengan maksud penelitian yang masih bersifat pendahuluan.

Analisis terhadap data yang diperoleh menggunakan cara analisis keruangan, dengan menggunakan peta dan diagram sebagai alat untuk melakukan analisis tersebut. Hasil analisis mutu air yang diperoleh di laboratorium, dengan menggunakan diagram dan peta diplo menurut lokasi pengambilannya. Dengan demikian akan terlihat selain mutu air hujan, juga karakteristik dari sampel air hujan pada setiap lokasi pengambilannya. Berdasarkan karakteristik mutu air hujan tersebut dapat dianalisis dengan kemungkinan faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan mutu air hujan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil utama penelitian ini berupa mutu air hujan, yaitu sebagai hasil analisis laboratorium sampel air hujan yang telah diambil. Hasil analisis air hujan pada setiap periode pengambilan disajikan dalam bentuk tabel, yang kesemuanya ditunjukkan dalam Tabel 1. Secara umum dapat diketahui dari tabel tersebut bahwa ada beberapa zat kimia yang umumnya disebut "*major elements*", yaitu antara lain Cl, HCO_3 , Ca, Mg dan SO_4 , menunjukkan angka yang relatif tinggi dibandingkan dengan unsur yang lain*. Namun demikian angka-angka tersebut masih jauh di bawah konsentrasi yang umum terdapat pada air tanah maupun air sungai. Sebagai indikator dari konsentrasi zat kimia yang terdapat di dalam air hujan tersebut, dianalisis pula angka daya hantar listriknya. Nampak pula angka ini juga menunjukkan variasi dari satu tempat ke tempat lain dan dari waktu ke waktu.

Hasil analisis air hujan untuk setiap periode pada setiap lokasi pengambilan sampel di buat rata-rata untuk mendapatkan gambaran umum mutu air hujan pada jangka waktu yang lebih lama. Dengan demikian akan diketahui pula keadaan umum mutu air hujan serta karakteristiknya untuk setiap lokasi yang tersebar di Kotamadya Yogyakarta (Perhatikan Tabel 2). Dengan memplotkan mutu air hujan tersebut menggunakan diagram batang dan diagram lingkaran dapat dengan jelas diketahui mutu air hujan pada setiap lokasi di dalam wilayah Kotamadya Yogyakarta. Hasil pengeplotan tersebut ditunjukkan dalam Peta 2 hingga Peta 4. Dari peta-peta tersebut dapat diketahui bahwa mutu air hujan, baik untuk "*major elements*" dan "*minor elements*" menunjukkan perbedaan dari satu tempat ke tempat lain.

Pembahasan

Dengan memperhatikan peta yang dihasilkan, dapat diketahui bahwa mutu air hujan berbeda dari satu tempat ke tempat yang lain. Kalau diperhatikan, akan nampak bahwa mutu

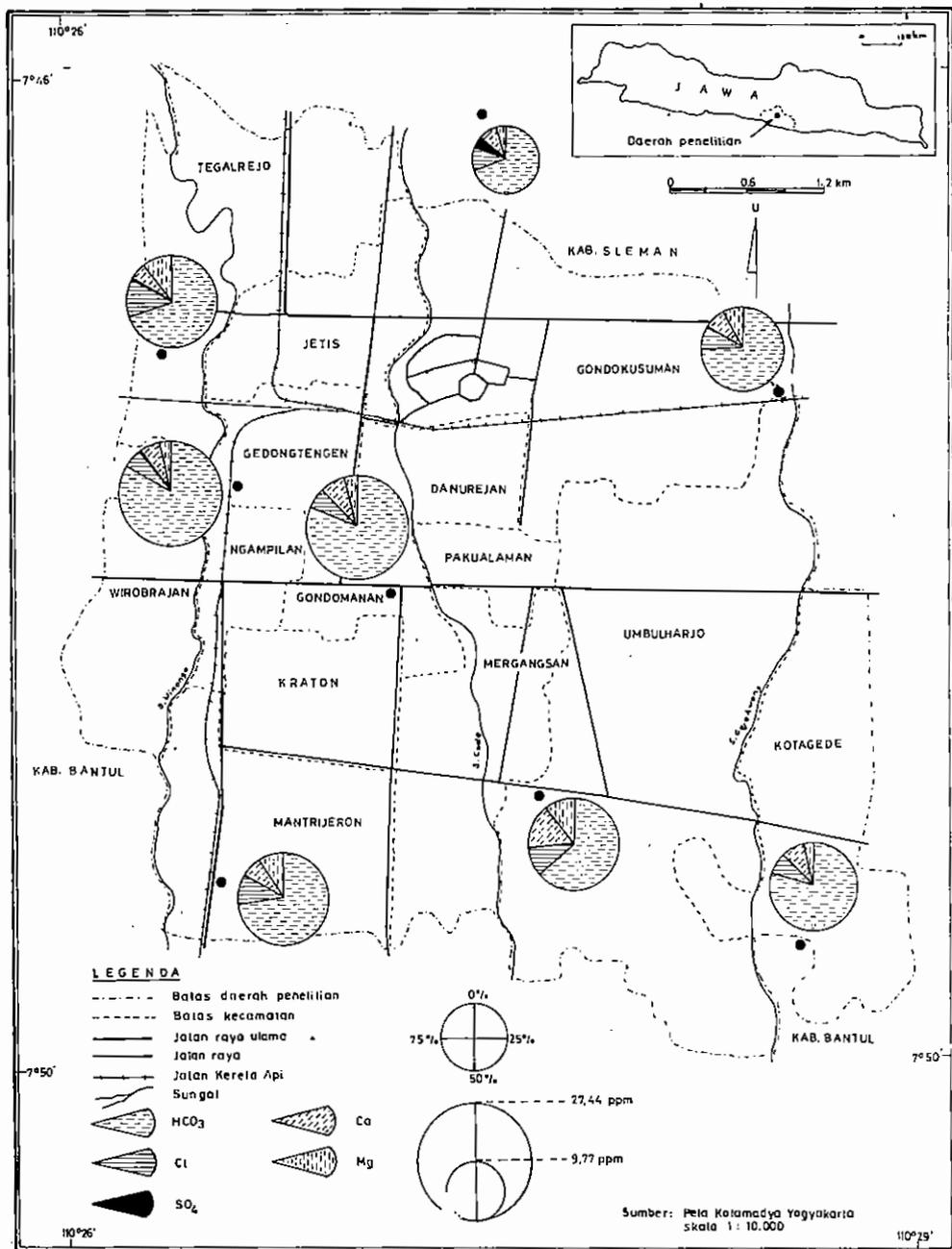
* Dalam hal ini K dan Na yang termasuk dalam "*major elements*" tidak dianalisis.

TABEL 1. MUTU AIR HUJAN DI BEBERAPA TEMPAT DI KOTAMADYA YOGYAKARTA

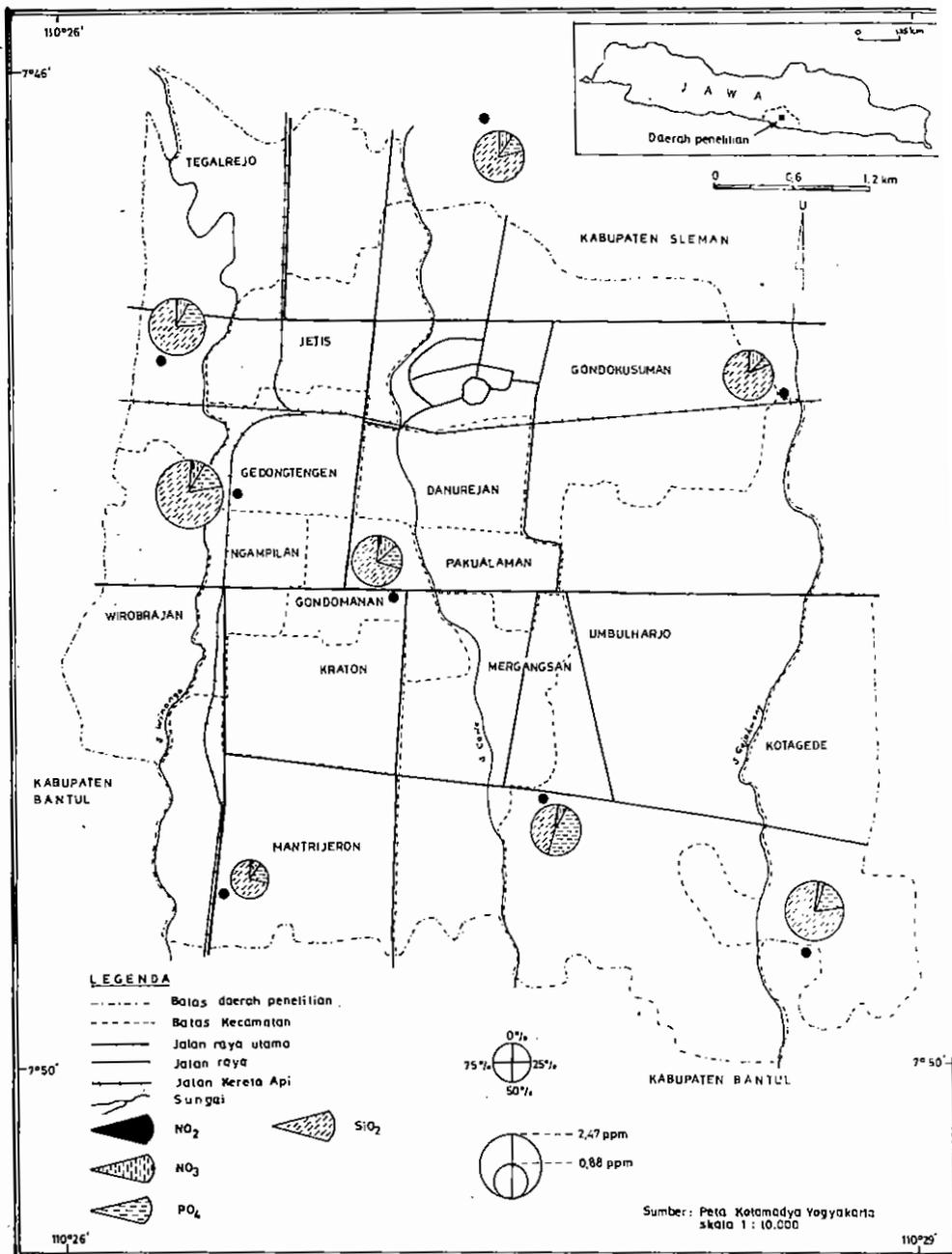
No	LOKASI	Tanggal Pengambilan	pH	DHL cmho/cm	Keker FTU	DO Mg/l	CO2 Mg/l	HCO3 Mg/l	Cl Mg/l	SO4 Mg/l	PO4 Mg/l	NO2 Mg/l	NO3 Mg/l	SiO2 Mg/l	Fetot Mg/l	Ca Mg/l	Mg Mg/l	Kesad Mg/l	BhnDrng Mg/l
1	Kotagede	11-17 Jan 86	7,3	36,9	1,4	6,1	4,5	27,58	1,06	0,02	0,32	0,011	0,08	5,2	0,04	0,82	0,44	3,86	0,60
2	Kotagede	17-24 Jan 86	7,3	10,4	1,4	5,3	8	13,79	1,06	0,03	0,08	0,009	0,14	0,9	0,04	1,65	1,35	9,66	1,20
3	Kotagede	13-19 Mar 86	7,4	8,6	1,1	7,1	5	6,89	1,06	0,10	0,99	0,009	0,07	0,9	0,01	0,82	0,44	3,87	0,175
4	Kotagede	19-21 Mar 86	7,3	6,9	0,9	7,2	9	6,90	2,12	0,04	0,17	0,009	0,02	0,2	0,03	2,38	0,44	7,73	0,16
5	Yogyatek	11-17 Jan 86	6,7	22,7	1	5,3	6	20,69	2,12	0,02	0,21	0,010	0,02	0,8	0,02	3,29	3,15	21,16	0,60
6	Yogyatek	17-24 Jan 86	6,9	25,1	1,1	5,3	5,5	13,79	2,12	0,14	1,62	0	0,03	1,2	0	4,11	2,19	19,32	0,75
7	Yogyatek	13-19 Mar 86	7,3	11,9	1,4	7,2	5,5	6,89	2,12	0,06	0,76	0,019	0,05	0,2	0,03	2,38	0,44	7,73	0,175
8	Yogyatek	19-21 Mar 86	7,4	10	1,2	7,2	5	13,79	2,12	0,06	0,15	0,019	0,05	0,2	0,03	2,38	0,44	7,73	0,175
9	Jl. Bantul	11-17 Jan 86	6,2	9,9	1,2	5,3	10	13,79	1,06	0,02	0,12	0,005	0,07	0,9	0	1,65	0,41	5,79	0,75
10	Jl. Bantul	17-24 Jan 86	6,9	10,9	1,4	5,2	5	13,79	1,06	0,02	0,14	0,004	0,04	0,7	0	0,82	3,73	17,39	0,90
11	Jl. Bantul	13-19 Mar 86	7,4	8,1	1,4	7,1	7	13,79	3,18	0,05	0,18	0,002	0,05	0,7	0	0,82	0,91	5,80	0
12	Jl. Bantul	19-21 Mar 86	7,4	9,8	1,3	7,2	7	13,79	2,12	0,06	0,28	0,004	0,01	0,3	0,01	2,38	0,90	11,59	0,175
13	Sapen	11-17 Jan 86	7,3	13,9	1,2	6,3	7,5	13,79	1,06	0,09	0,16	0,009	0,20	0,8	0	0,82	0,44	3,87	0,60
14	Sapen	17-24 Jan 86	7,4	11,9	1,2	5,1	4	6,89	1,06	0,03	0,01	0,011	0,06	1,4	0	0,82	0,91	5,79	0,60
15	Sapen	13-19 Mar 86	7,4	9,1	1,3	7,2	5	13,79	1,06	0,15	0,04	0,009	0,03	0,8	0,01	1,65	2,76	15,46	0,28
16	Sapen	19-21 Mar 86	7,4	9,9	1,1	7,2	8	13,79	2,12	0,06	0,07	0,005	0,01	0,1	0,02	2,38	0,91	11,59	0,11
17	Sondomnan	11-17 Jan 86	7,4	22,9	1,4	5,6	9	34,48	2,12	0,04	0,16	0,018	0,21	1,6	0,01	1,65	3,69	19,32	0,60
18	Sondomnan	17-24 Jan 86	7,4	10,1	1,6	5,3	5,5	27,58	1,06	0,03	0,17	0,018	0,23	0,9	0,02	3,29	0,82	11,59	0,30
19	Sondomnan	13-19 Mar 86	7,4	8,5	1,3	7,2	7	6,89	1,05	0,10	0,21	0,011	0,30	1,2	0,01	0,82	0,44	3,87	0,11
20	Sondomnan	19-21 Mar 86	7,2	11	1,1	4,7	7	20,69	2,12	0,05	0,41	0,009	0	0,7	0,01	2,38	0,44	7,73	0,30
21	Ngaampilan	11-17 Jan 86	7	63,5	1,4	6,3	7	48,27	1,06	0,16	0,98	0,037	0,05	5,2	0,04	3,29	2,69	19,32	0,30
22	Ngaampilan	17-24 Jan 86	7	10,6	1,3	4,9	5,5	13,79	1,06	0,04	0,04	0,150	0,16	1	0	0,82	0,44	3,87	0,60
23	Ngaampilan	13-19 Mar 86	7,4	8,5	1,3	7,2	7	6,89	1,05	0,10	0,21	0,011	0,30	1,2	0,01	0,82	0,44	3,87	0,11
24	Ngaampilan	19-21 Mar 86	7,3	10	1,3	7,2	7	13,79	2,12	0,10	0,12	0,015	0,02	0,4	0,02	0,38	0,44	7,73	0,28
25	Tegalrejo	11-17 Jan 86	6,7	15,6	1,5	6,1	6,5	13,79	2,12	0,07	0,21	0,007	0,14	1,6	0,04	0,82	0,44	3,87	0
26	Tegalrejo	17-24 Jan 86	7,3	11,9	1,1	5,2	5	20,69	1,06	0,02	0,16	0,011	0,19	1,2	0	1,05	4,64	23,19	0
27	Tegalrejo	13-19 Mar 86	7,3	11,4	0,9	7,1	9	6,89	3,18	0,07	0,27	0,009	0,01	1,1	0	0,82	1,85	9,66	0
28	Tegalrejo	19-21 Mar 86	7,3	11	1,3	7,2	9	13,79	3,18	0,08	0,34	0,026	0,10	0,9	0,02	2,38	0,44	7,73	0
29	Barek	11-17 Jan 86	7,5	7,8	1,1	5,2	6	6,89	1,06	0,04	0,16	0	0,12	1,1	0	0,82	0,44	3,87	0,75

TABEL 2. MUTU AIR HUJAN RATA-RATA DI BEBERAPA TEMPAT DI KOTAMADYA YOGYAKARTA

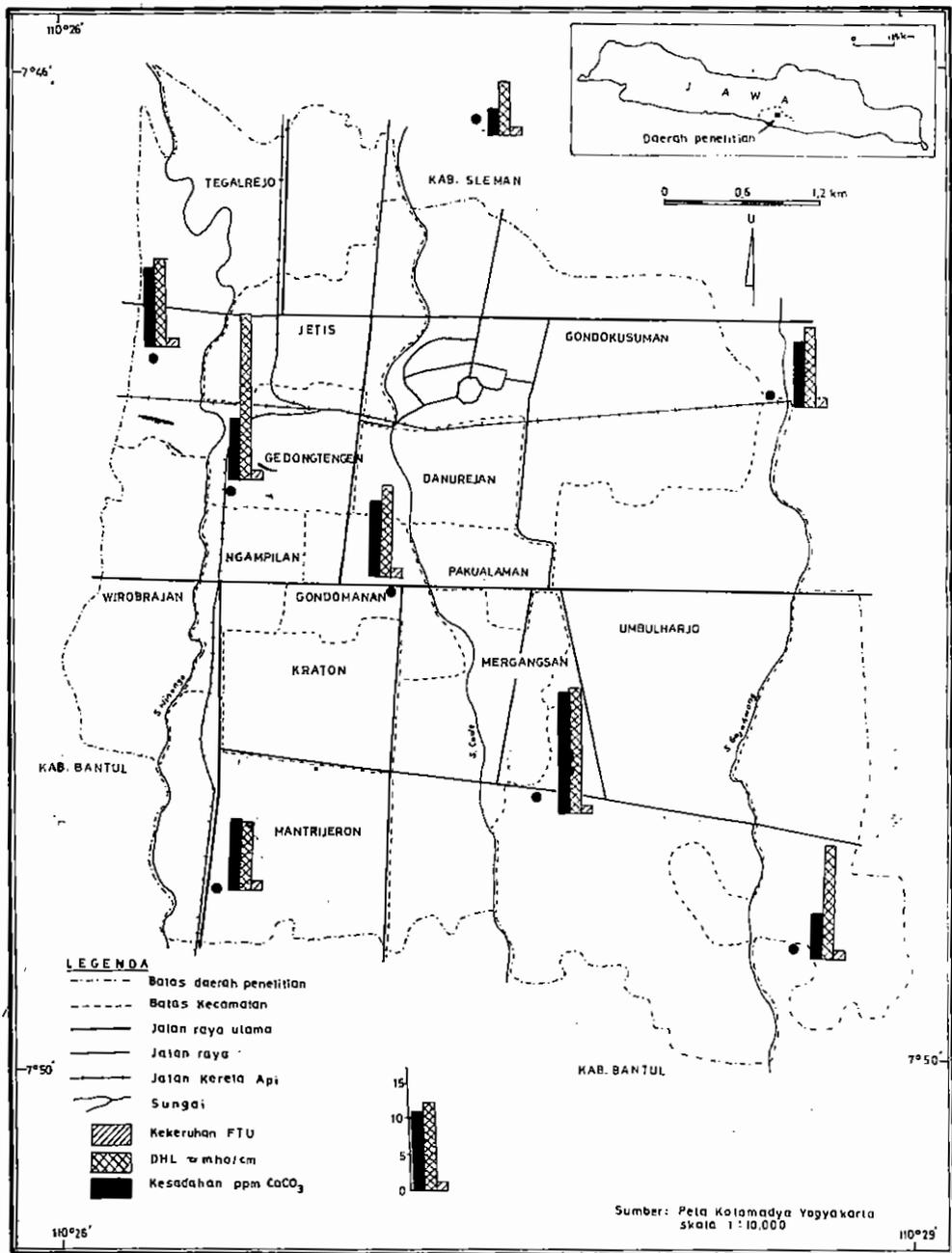
pH	DHL	Keter	DO	CO ₂	HCO ₃	Cl	SO ₄	PO ₄	NO ₂	NO ₃	SiO ₂	Fetot	Ca	Mg	Kesad	BhdOrg
7.3	15.7	1.2	6.5	6.6	13.79	1.33	0.05	0.39	0.010	0.078	1.80	0.030	1.42	0.67	6.28	0.53
7.1	17.4	1.2	6.4	5.5	13.79	2.12	0.08	0.69	0.010	0.043	0.78	0.013	3.27	2.12	16.88	0.66
7.0	9.68	1.3	6.3	7.2	13.79	1.86	0.04	0.18	0.004	0.043	0.65	0.003	1.42	1.49	10.14	0.46
7.4	11.2	1.2	6.5	6.1	12.07	1.33	0.08	0.07	0.009	0.075	0.78	0.008	1.42	1.26	9.178	0.40
7.4	13.1	1.4	5.8	7.1	22.41	1.59	0.06	0.24	0.014	0.185	1.10	0.013	2.04	1.35	10.63	0.33
7.2	23.2	1.3	6.5	6.6	20.69	1.32	0.10	0.34	0.053	0.133	1.95	0.018	1.33	1.00	8.698	0.32
7.2	12.5	1.2	6.5	7.4	13.79	2.39	0.06	0.25	0.013	0.088	1.20	0.015	1.27	1.84	11.11	0
7.5	7.8	1.1	5.2	6.0	6.85	1.06	0.60	0.16	0	0.120	1.10	0	0.82	0.44	3.87	0.75



Peta 2. Peta Konsentrasi Ion Dominan dalam Hujan di Kotamadya Yogyakarta



Peta 3. Peta Konsentrasi NO₂, NO₃, NO₄, SiO₂ dalam Air Hujan di Kotamadya Yogyakarta



Peta 4. Peta Kesadahan dan Kekeruhan Air Hujan di Kotamadya Yogyakarta

air hujan di daerah yang terletak di tengah Kotamadya Yogyakarta, misalnya yang terletak di Gondomanan dan Ngampilan menunjukkan mutu air hujan yang relatif lebih jelek dibandingkan dengan mutu air hujan yang diambil di daerah pinggiran kota. Istilah baik dan jeleknya mutu air di sini hanyalah merupakan perbandingan saja, yaitu bahwa makin tinggi angka konsentrasi zat kimia yang ada di dalam air hujan tersebut menunjukkan bahwa mutu air hujan tersebut semakin jelek. Dengan memperhatikan Peta 2, nampak bahwa konsentrasi SO_4 dalam persentase terhadap ion yang lain semakin bertambah ke arah utara, sedangkan Cl nampak semakin berkurang.

Di pusat kota, aktivitas penduduk tinggi, demikian pula arus dan kepadatan lalu lintasnya. Bila dilihat mutu air hujan yang diambil di pusat kota mempunyai konsentrasi zat kimia yang tinggi. Hal ini tentunya dapat dikaitkan dengan aktivitas kota tersebut, termasuk di dalamnya kepadatan lalu lintas. Asap yang keluar dari sisa pembakaran kendaraan bermotor dapat berpengaruh terhadap mutu udara di daerah yang bersangkutan dan selanjutnya dapat berpengaruh pula pada mutu air hujan di daerah tersebut. Tingginya konsentrasi HCO_3 , diperkirakan bersumber dari CO_2 yang di dalam air hujan kemudian membentuk HCO_3 . CO_2 yang terdapat dalam air hujan tersebut dapat bersumber dari sisa pembakaran dan dari atmosfer sendiri. Ca dan Mg dapat merupakan hasil pelarutan debu yang disebarkan ke udara oleh angin. Debu diterbangkan oleh angin setelah seolah-olah diaduk oleh kendaraan bermotor yang lewat. Perkiraan tersebut didukung oleh tingginya SiO_2 dan angka kekeruhan dalam air hujan. Dengan demikian, mutu air hujan di daerah ini dipengaruhi pula oleh debu di atmosfer daerah yang bersangkutan, yang tidak hanya mengandung unsur kimia yang disebutkan di atas, tetapi juga sumber unsur kimia lain yang ditunjukkan dalam analisis air hujan (Perhatikan Tabel 1). Selain itu, debu juga memberikan unsur kimia yang lain, yang belum termasuk dalam hasil analisis air hujan dalam penelitian ini, yang perlu diteliti lebih lanjut.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Air hujan di daerah Kotamadya Yogyakarta telah mengandung unsur kimia dalam konsentrasi yang sudah agak tinggi, seperti di daerah-daerah lain pada umumnya, persentase konsentrasi Cl makin berkurang ke arah pedalaman (jauh dari laut), sedangkan persentase konsentrasi SO_4 makin bertambah tinggi.
2. Komposisi air hujan di Kotamadya Yogyakarta berbeda dari satu tempat ke tempat lain. Di daerah pusat kota konsentrasi zat kimia dalam air hujan mempunyai angka yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pinggiran kota. Hal ini ditunjukkan pula dengan tingginya angka daya hantar listrik di Gondomanan, Ngampilan dan Tegaltrejo.
3. Komposisi kimia air hujan dipengaruhi oleh debu yang ada di daerah tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya angka konsentrasi Ca, Mg, SiO_2 dan angka kekeruhan dalam air hujan.
4. Debu yang berpengaruh terhadap komposisi kimia air hujan tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh padatnya lalu lintas yang seolah-olah mengaduk debu di daerah tersebut, sedangkan sisa pembakaran berpengaruh terhadap CO_2 dan HCO_3 dalam air hujan di daerah yang bersangkutan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association, 1975. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington D.C.: APHA.
- Angino, E.E., Magnuson, L.M. and Stewart, G., 1972. Effects of Urbanisation of Storm Water Runoff Quality: A Limited Experiment, Naismith Ditch, Lawrence, Kansas. *Water Resources Research*, 8:135-141.
- Bruijnzeel, L.A., 1976. *The Hydrochemical Cycle in A Small Forested Drainage Basin (Java, Indonesia)*. Unpublished Report, Inst. Earth Sci, Free University, Amsterdam.
- Bryan, E.H., 1972. Quality of Stormwater Drainage from Urban Land. *Water Resources Bulletin*, 8:578-588
- Carrol, D., 1962. Rainwater as A Chemical Agent of Geologic Processes A Review. *U.S. Geological Survey Water Supply Paper*, No.1535-G. Washington D.C.: Government Printing Office.
- Dethier, D.P., 1979. Atmospheric Contributions to Stream Water Chemistry in the North Cascade Range, Washington. *Water Resources Research*, Vol.15 No.4, pp.784-793.
- Hadi, Panuju, 1976. *Studi Distribusi Daya Hantar Listrik Air di Daerah Aliran Sungai Logawa*. Skripsi Sarjana pada Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hem, J.D., 1970. Study and Interpretation of The Chemical Characteristics of Natural Water. *U.S. Geological Survey Water Supply Paper*, No.1473. Washington D.C.: Government Printing Office.
- Marcus, A.L., 1972. Urban Runoff and Water Quality Problems of An Urban Hydrologic Response. *The Munadnock*. 46:39-46
- Sudarmadji, 1975. *Analisa Unit Kualitas Air Tanah di Daerah Aliran Kali Serayu*. Skripsi Sarjana pada Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suwarno, 1976. *Studi Kualitas Air di Daerah Pengaliran Kali Pelus, Jawa Tengah* Skripsi Sarjana pada Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yamamoto, Soki and Hida, Noboro, 1974. A Preliminary Study on Ground Water Pollution in the Western Sub Urban of Tokyo Metropolis, *Science Report of the Tokyo Kyeiku Daigahu*, March.