

MODEL ADSORPSI TANAH JENIS LEMPUNG TERHADAP TEMBAGA PADA LAPANGAN GOLF CANDI SEMARANG

Basuki Setiyo Budi ¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
bsbudi24@yahoo.com

ABSTRAK

Lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) terletak di Kelurahan Tinjomoyo, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang. Lapangan golf ini memiliki luas ± 90 ha. Lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) berbatasan langsung dengan Sungai Kaligarang dan Kali Gundang. Penelitian ini menganalisis kemampuan penjerapan (adsorpsi) tanah pada lapangan golf CSGC Semarang terhadap kontaminan pestisida dengan bahan aktif tembaga (Cu^{2+}), menganalisis kemungkinan terjadinya pencemaran air tanah pada lapangan golf CSGC Semarang dengan tembaga (Cu^{2+}) sebagai bahan aktif pestisida, dan membuat model penjerapan (adsorpsi) tanah pada lapangan golf CSGC Semarang terhadap kontaminan pestisida dengan bahan aktif tembaga (Cu^{2+}). Hasil yang diperoleh adalah Tanah jenis lempung (loam) pada lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) memiliki kemampuan adsorpsi terhadap tembaga sebagai bahan aktif pestisida yang cukup baik, yaitu dengan nilai efisiensi penyisihan tembaga rata-rata sebesar 95,20% pada eksperimen batch dan mencapai 98-100% pada eksperimen kolom kontinyu. Selain itu juga diperoleh nilai Koefisien distribusi (K_d) tanah yang cukup besar yaitu 128,8 l/Kg. Pada percobaan kolom kontinyu kapasitas adsorpsi tanah yang paling optimal diperoleh pada konsentrasi influen 30 mg/l dan debit 40 ml/hari yaitu mencapai titik jenuh dalam waktu 37 hari, sehingga semakin kecil debit dan konsentrasi kontaminan tembaga dalam pestisida akan meningkatkan kapasitas adsorpsi tanah terhadap kontaminan tembaga sebagai bahan aktif pestisida. Tanah jenis ini memiliki faktor retardasi tanah (R) sebesar 5,88 yang menunjukkan bahwa kecepatan air tanah 5,88 kali lebih besar daripada kecepatan kontaminan tembaga, sehingga kecil kemungkinan terjadi pencemaran air tanah pada lapangan golf tersebut dan mempunyai kemampuan adsorpsi sebesar 361,82C0,4264.

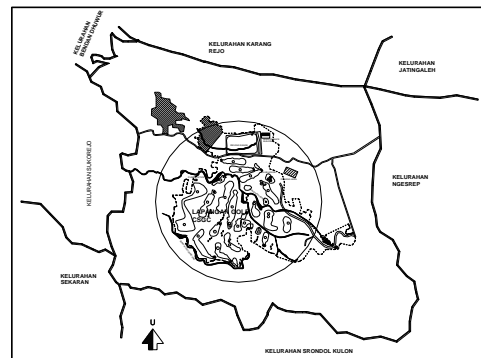
Kata Kunci : model adsorpsi tanah, tembaga, lempung (*loam*).

PENDAHULUAN

Pada saat ini minat masyarakat terhadap olah raga cukup besar. Olah raga bukan hanya sebagai sarana untuk menjaga kesehatan saja, melainkan juga telah digunakan sebagai sarana rekreasi. Berkaitan dengan hal tersebut maka kebutuhan sarana dan prasarana olah raga juga meningkat. Berhubungan dengan hal tersebut maka dilaksanakan pembangunan lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC).

Lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) terletak di Kelurahan Tinjomoyo, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang. Lapangan golf ini memiliki luas ± 90 ha. Lapangan golf Candi Semarang

Golf Club (CSGC) ini berbatasan langsung dengan Sungai Kaligarang dan Kali Gundang (Kodoatie, 1996: 23).



Gambar Peta Lokasi Lapangan Golf Candi Semarang Golf Club (CSGC)

Untuk mendukung kelancaran kegiatan operasional lapangan golf, hal yang sangat penting dilakukan adalah merawat dan memelihara tanaman rumput yang ada pada lapangan golf tersebut. Tanaman rumput yang digunakan pada lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) antara lain adalah: rumput teki, belulang, glagah, grinting, sikejut dan ilalang (Dep. Pertanian, 2003: 10). Agar tanaman rumput ini tidak diserang hama sehingga tetap subur maka dilakukan penyemprotan dengan pestisida pada periode-periode tertentu secara rutin dan berkala. Pestisida yang akan digunakan pada lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) adalah pestisida anorganik dengan merk dagang *celcure* yang memiliki kandungan bahan aktif tembaga sulfat 46%, natrium dikromat 32,4% dan asam borat 21,6% dan tembaga dapat dijerap pada tanah gambut sebesar 82,4% (Suparni Setyowati Rahayu, 2004). Tembaga sulfat merupakan komposisi yang paling besar dalam bahan aktif pestisida yang akan digunakan pada lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC), maka yang diambil menjadi parameter utama dalam penelitian ini adalah tembaga (Suwindere, 1993: 15).

Salah satu peristiwa perpindahan kontaminan di alam ialah adsorpsi (adsorpsi) kontaminan dalam larutan oleh tanah. Agar kemampuan adsorpsi kontaminan tembaga pada tanah dapat diketahui maka diperlukan penelitian untuk mendapatkan nilai-nilai tetapan padan peristiwa adsorpsi tersebut. Sehingga dapat dilakukan

suatu penelitian untuk mendapatkan model mengenai kemungkinan terjadinya pencemaran air tanah berdasarkan tingkat adsorpsi tanah terhadap kontaminan tembaga sebagai bahan aktif pestisida (Syafrudin, 2002: 26).

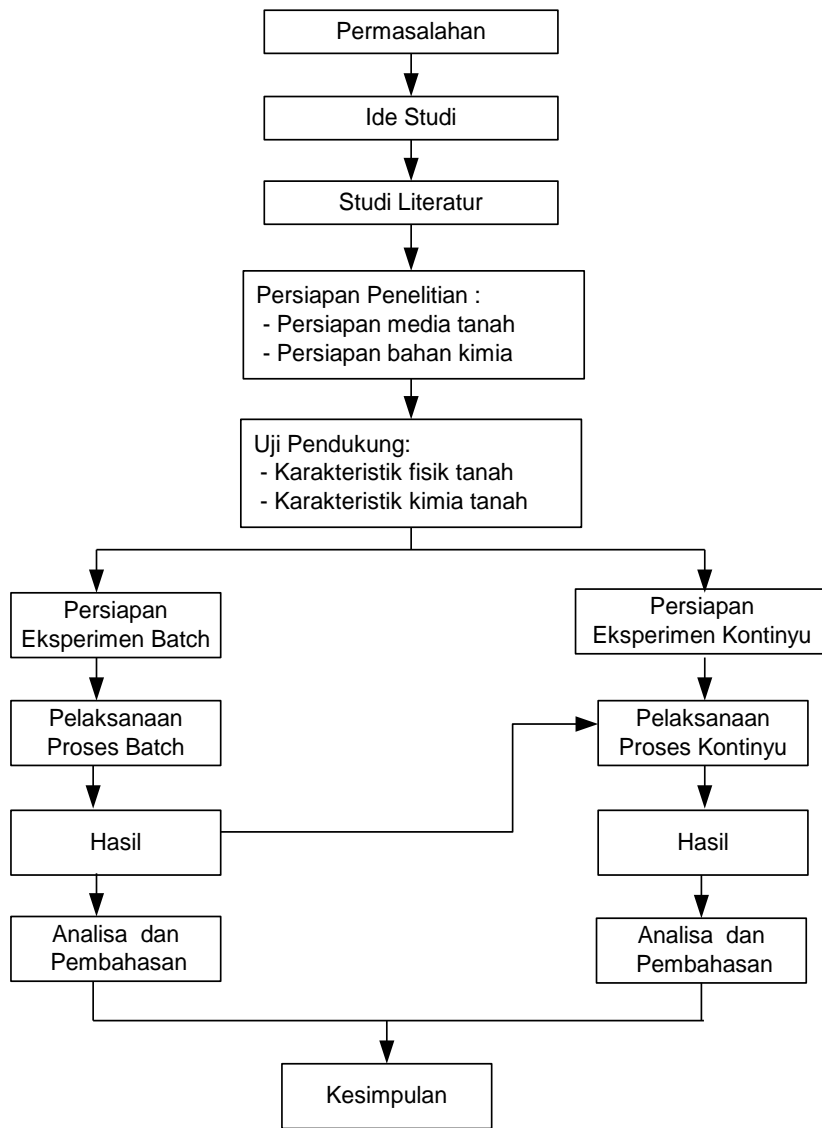
METODE

Pestisida dengan bahan aktif Tembaga Sulfat (CuSO_4) yang digunakan untuk menjaga kesuburan tanaman pada lapangan golf, akan teruraikan di alam menjadi ion-ion tembaga (Cu^{2+}). Tembaga sebagai bahan aktif pestisida merupakan salah satu dari golongan logam berat yang beracun. Permasalahan yang muncul pada lingkungan karena akumulasinya sampai pada rantai makanan dan akumulasinya di alam, yang dapat mengakibatkan keracunan terhadap tanah, air dan udara (Sastroutomo, 1992: 31).

Tembaga (Cu^{2+}) dapat terangkut ke dalam permukaan tanah antara lain melalui sistem perakaran tanaman dan juga melalui limpasan air hujan, kemudian terus bergerak masuk ke dalam tanah hingga mungkin dapat mencapai air tanah. Pergerakan tembaga (Cu^{2+}) ke dalam tanah sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah itu sendiri. Pergerakan tembaga (Cu^{2+}) ke dalam tanah diawali dengan masuknya kontaminan tembaga (Cu^{2+}) ke permukaan tanah melalui proses adsorpsi. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian yang menganalisis kemampuan adsorpsi tanah terhadap tembaga sebagai bahan aktif pestisida (Tiering, 1968: 17).

Penelitian mengenai masuknya kontaminan tembaga (Cu^{2+}) permukaan tanah melalui mekanisme

adsorpsi ini dilakukan melalui 2 (dua) tahap yaitu dengan percobaan *batch* dan kolom kontinyu (Toha, 2003: 8).



Gambar 1. *Flowchart* Persiapan Penelitian

Persiapan Penelitian meliputi :

Persiapan Media Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang diambil dari lapangan golf Candi Semarang Golf Club, yang merupakan tanah dari lapisan atas (*top soil*). Tanah dari lapisan atas ini yang

nantinya akan ditanami rumput dan tanaman-tanaman lainnya. Jenis tanah ini adalah tanah lempung yang sudah dipadatkan. Pengambilan tanah dilakukan dengan 2 cara yaitu: *undisturb* untuk percobaan kolom kontinyu dan *disturb* untuk percobaan *batch* dan pemeriksaan karakteristik fisik dan kimia tanah (Hakim, 1992: 11).

Persiapan Kontaminan Buatan

Menyiapkan larutan CuSO_4 sebagai kontaminan buatan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Larutan CuSO_4 dibuat dalam bentuk larutan standar 1000mg/l. Membuat larutan standar CuSO_4 1000 mg/l, diperlukan CuSO_4 sebanyak 3,928875 mg. Bila ingin memperoleh konsentrasi Cu yang diinginkan dapat dilakukan dengan cara mengencerkan larutan standar tersebut dengan akuades (Fried, 1975: 23).

Pembuatan Kurva Kalibrasi untuk Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS)

Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS) merupakan alat yang digunakan untuk menentukan kandungan logam dalam suatu senyawa. Sesuai dengan namanya, prinsip kerja AAS adalah mengukur absorpsi dari atom yang dilepaskan oleh senyawa yang dianalisa. Alat ini dapat membaca absorbansi maksimum logam tembaga pada panjang gelombang 324,7 nm. Alat yang digunakan sebagai penentuan kurva kalibrasi adalah *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS) model Perkin Elmer dengan panjang gelombang untuk pembacaan tembaga adalah 324,7 nm. Untuk membuat kurva kalibrasi dibuat 5 buah larutan tembaga (Cu^{2+}) dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 1 mg/l, 2 mg/l, 3 mg/l, 4 mg/l dan 5 mg/l. Kemudian diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 324,7 nm. Hasil pembacaan tersebut selanjutnya dimasukkan sebagai input data secara

otomatis pada komputer pembacaan AAS (Rahayu, 2005: 9).

Persiapan Percobaan Batch

Menyiapkan tanah yang sudah dikeringkan, kemudian ditimbang dengan berat masing-masing tanah 20 gram. Kemudian mengencerkan larutan standar CuSO_4 dengan konsentrasi 10 mg/l, 20 mg/l, 30 mg/l, 40 mg/l dan 50 mg/l.

Persiapan Percobaan Kolom Kontinyu

Kolom yang digunakan adalah kolom adsorpsi skala laboratorium yang terbuat dari pipa PVC dengan diameter kolom 2,5 inchi (6,7 cm) dan tinggi kolom 30 cm. Kolom ini diisi dengan tanah setebal 2,5 cm. Pemilihan ketebalan tanah pada kolom berdasarkan pada permeabilitas yang dimiliki oleh tanah itu sendiri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal penelitian ini dilakukan analisa pendahuluan terhadap karakteristik tanah yang akan digunakan sebagai media adsorpsi. Analisis karakteristik tanah meliputi karakteristik fisik dan kimia tanah. Hasil analisis karakteristik fisik dari media tanah yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Fisik Tanah Lapangan Golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) Semarang

No	Parameter	Nilai
1	Warna	Merah
2	Kadar Air (%)	31,50
3	<i>Spesific Gravity</i> (Gs)	25,196
4	<i>Bulk Density</i> (gram/cm ³)	17,683
5	Porositas (%)	46,63
6	Permeabilitas (cm/det)	1,3702 x 10 ⁻⁶
7	<i>Void Ratio</i> (e)	101,537
8	Komposisi tanah (%)	
	<i>Gravel</i> (kerikil)	5,40
	<i>Sand</i> (pasir)	26,60
	<i>Silt</i> (lanau)	45,29
	<i>Clay</i> (liar)	22,71

Dari Tabel 1 diperoleh komposisi tanah lempung (*loam*) pada lapangan Golf Candi Semarang sebagai berikut : *Gravel* (kerikil) 5,40%, *Sand* (pasir) 26,60%, *Silt* (lanau) 45,29%, dan *Clay* (liar) 22,71%.

Tabel 2. Karakteristik Kimia Tanah Lapangan Golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) Semarang

No	Parameter	Nilai
1.	pH	5,50
2.	Kandungan Bahan Organik (%)	9,35

Dari Tabel 2 diperoleh karakteristik kimia pada tanah lapangan Golf Candi Semarang sebagai berikut: Ph 5,50 dan kandungan Bahan Organik 9,35%.

Percobaan *Batch*

Pada Percobaan *Batch* terjadi penurunan konsentrasi tembaga (Cu²⁺) terhadap fungsi waktu. Kecepatan penurunan terbesar terjadi pada 1 jam pertama karena

pada saat ini proses adsorpsi tembaga oleh tanah terjadi paling optimal. Hasil penurunan konsentrasi tembaga (Cu²⁺) dimasukkan ke dalam isoterm Langmuir. Pada isoterm Langmuir diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,9217. Oleh karena itu persamaan Langmuir yang diperoleh tidak bisa digunakan karena nilai koefisien korelasinya (r) lebih kecil bila dibandingkan dengan koefisien korelasi (r) yang diperoleh dari isoter Freundlich. Berdasarkan

perhitungan kemudian diperoleh model persamaan Freundlich sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = 361,826C^{0,4264}$$

Persamaan yang diperoleh di atas bila dibandingkan dengan hasil percobaan laboratorium akan diperoleh hubungan yang menunjukkan bahwa penyimpangan yang terjadi sebesar 3,95%. Hal ini berarti bahwa model yang diperoleh masih dalam batas yang diterima yaitu $\pm 5\%$ yang dapat diketahui dengan membuat batas atas dengan slope sebesar 1,05 dan batas bawah dengan slope sebesar 0,95. Batas atas dan batas bawah ini yang kemudian menjadi batas penyimpangan dari persamaan tersebut apakah layak digunakan atau tidak yaitu sebesar $\pm 5\%$.

Pengaruh Waktu Detensi

Bila ingin memperoleh nilai efisiensi penyisihan tembaga (Cu^{2+}) yang tinggi, waktu detensi juga diatur dengan tingkat yang tinggi. Hasil percobaan *batch* dengan waktu detensi 5 hari (120 jam) menunjukkan nilai efisiensi penyisihan tembaga (Cu^{2+}) yang cukup baik yaitu rata-rata sebesar 98,20%. Sehingga dapat dikatakan tanah jenis lempung (*loam*) yang ada pada lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) memiliki kemampuan adsorpsi terhadap tembaga (Cu^{2+}) yang cukup besar.

HASIL PERCOBAAN

Kolom Kontinu, diperoleh Tanah jenis lempung (*loam*) pada lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) memiliki kemampuan

adsorpsi terhadap tembaga sebagai bahan aktif pestisida yang cukup baik yaitu dengan nilai efisiensi penyisihan tembaga sebesar 98-100% pada debit 40 ml/ hari dengan konsentrasi influen 50 mg/ l dan 30 mg/ l serta pada debit 50 ml/ hari konsentrasi influen 50 mg/ l dan 30 mg/ l.

Konsentrasi influen mencapai titik jenuh dalam waktu 38 hari, sehingga semakin kecil debit dan konsentrasi kontaminan tembaga dalam pestisida akan meningkatkan kapasitas adsorpsi tanah terhadap kontaminan tembaga sebagai bahan aktif pestisida.

Penurunan konsentrasi tembaga pada eksperimen kolom kontinyu terjadi pada saat larutan kontak dengan tanah, yaitu ketika melewati kolom yang berisi unggun tanah. Pada hari-hari awal dimulainya percobaan kolom kontinyu ini, tidak ditemui adanya konsentrasi tembaga dalam efluen dengan kata lain konsentrasi tembaga dalam efluen sama dengan nol. Hal ini menunjukkan bahwa tanah masih mampu mengadsorpsi tembaga secara keseluruhan, karena kondisi tanah masih dalam keadaan segar, sehingga proses adsorpsi masih berlangsung dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Tanah jenis lempung (*loam*) pada lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) memiliki kemampuan adsorpsi terhadap tembaga sebagai bahan aktif pestisida yang cukup baik, yaitu dengan nilai efisiensi penyisihan tembaga rata-rata sebesar 95,20% pada

eksperimen *batch* dan mencapai 98-100% pada eksperimen kolom kontinyu. Selain itu juga diperoleh nilai Koefisien distribusi (Kd) tanah yang cukup besar yaitu 128,8 l/Kg.

2. Pada eksperimen kolom kontinyu kapasitas adsorpsi tanah yang paling optimal diperoleh pada konsentrasi influen 30 mg/l dan debit 40 ml/hari yaitu mencapai titik jenuh dalam waktu 38 hari, sehingga semakin kecil debit dan konsentrasi kontaminan tembaga dalam pestisida akan meningkatkan kapasitas adsorpsi tanah terhadap kontaminan tembaga sebagai bahan aktif pestisida.
3. Tanah jenis lempung (*loam*) pada lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) memiliki faktor retardasi tanah (R) sebesar 5,88 yang menunjukkan bahwa kecepatan air tanah 5,88 kali lebih besar daripada kecepatan kontaminan tembaga, sehingga kecil kemungkinan terjadi pencemaran air tanah pada lapangan golf tersebut.
4. Kemampuan adsorpsi tanah jenis lempung (*loam*) pada lapangan golf Candi Semarang Golf Club (CSGC) terhadap tembaga sebagai bahan aktif pestisida pada eksperimen *batch* akan mengikuti persamaan Freundlich sebagai berikut:

$$\frac{x}{m} = 361,826C^{0,4264}$$

Adsorpsi secara kolom kontinyu mengikuti Persamaan Thomas :

Pada $C_0 = 30$ mg/l dan debit 40 ml/hari

Saran

Penggunaan pestisida dengan bahan aktif tembaga sebaiknya diusahakan dalam konsentrasi yang tidak terlalu besar karena tanah memiliki kemampuan adsorpsi terhadap tembaga yang lebih baik pada debit dan konsentrasi yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U.F. 2001. *Pengaruh Parameter Menyimpang Dalam Air Minum/Air Bersih terhadap Kesehatan*. Departemen Kesehatan : Jakarta.
- Anonim. 2003. *Pestisida Untuk Pertanian dan Kehutanan*. Departemen Pertanian, Direktorat Jendral Bina Sarana Pertanian : Jakarta
- _____, 1991. *Kimia Tanah*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan : Jakarta.
- _____, 1995. *Pedoman Pengenalan Pestisida*. Departemen Pertanian, Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Direktorat Jendral Perkebunan : Jakarta.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Penerbit Universitas Indonesia : Jakarta.
- Fetter, C.W. 1988. *Applied Hydrogeology*. Merrill Publishing Co : Ohio.
- Foth, Henry D. 1988. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Gajah Mada University Press : Yogyakarta.

- Fried, Jean J. 1975. *Groundwater Pollution*. Elsevier Scientific Publishing Company : New York.
- Hakim, Nurhayati. 1992. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Penerbit Universitas Lampung : Lampung.
- Handayani, Dwi. 1994. *Analisis Transport Ammonium Dalam Tanah Aluvial Pantai di Kotamadya Semarang* (Tesis), Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Kodoatie, Robert J. 1996. *Hidrogeologi*. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Metcalf and Eddy. 1991. *Waste Water Engineering Treatment, Disposal and Reuse*. Mc. Graw-Hill Publishing Company : New York.
- Palar, Heryando. 1994. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Rahayu, SS, 2005. *Analisis Kandungan Peptisida*. Dikti : Jakarta.
- Reynold, Tom D. 1982. *Unit Operations And Processes in Environmental Engineering*. Wadsworth Inc : California.
- Sastrawijaya, A.T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sastroutomo, S.S. 1992. *Pestisida, Dasar-dasar dan Dampak Penggunaannya*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Sawyer & Mc Carty. 1978. *Chemistry for Sanitary Engineers*. Mc Graw-Hill Publishing Company : Tokyo.
- Suhendrayatma, 2005. *Pestisida*, Jakarta : Rineka Cipta.
- Sundstorm, DW and Klein, H.E. 1979. *Waste Water Treatment*. Prentice Hall Inc Engelwood Cliffs : New Jersey.
- Suwindere, Winny. 1993. *Pengaruh Pestisida Terhadap Lingkungan* (Artikel). Universitas Indonesia : Jakarta.
- Syafrudin. 2002. *Dasar-Dasar Pemodelan Pencemaran Tanah dan Air Tanah* (Makalah Kuliah Pemodelan). Program Studi Teknik Lingkungan UNDIP.
- Tarumingkeng, Rudy. 2001. *Pestisida dan Penggunaannya* (Artikel). Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Tan, Kim H. 1998, *Principles Of Soil Chemistry (Dasar-dasar Kimia Tanah Terjemah oleh Didiek Hajar Gunadi)*. Gajah Mada University Press : Yogyakarta.
- Tiering, 1968. *The Effects Of Pesticides In Environmental Problem Pesticides, Thermal Pollution And Environmental Synergist*. JB, Lipp. Recot : Philadelphia.
- Todd, David Keith. 1980. *Groundwater Hydrology Second Ed*. John Wiley & Sons : New York.
- Toha, Moh. 2003. *Model Transport Kontaminan Senyawa Besi Dalam Tanah* (Tesis). Universitas Diponegoro : Semarang.
- Watts, Richards J. 1997. *Hazardous Waste*. John Willey And Sons Inc : United States Of America.