

**PENENTUAN KONSENTRASI OPTIMUM KALSIUM OKSIDA (CaO)
SEBAGAI PENGATUR pH PADA SISTEM PENGOLAHAN AIR
DI DESA SUMBER REJO**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**Oleh :
YOHANNES TOMMY RICARDO
09043130049**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2011**

553.207
70h
p.i.
2011

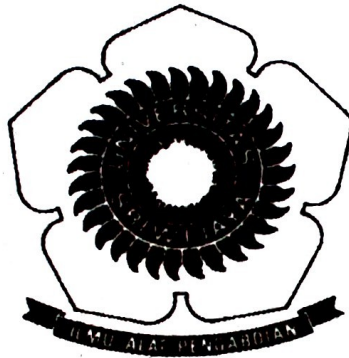
R.24751/20312

**PENENTUAN KONSENTRASI OPTIMUM KALSIUM OKSIDA (CaO)
SEBAGAI PENGATUR pH PADA SISTEM PENGOLAHAN AIR
DI DESA SUMBER REJO**



SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh :

**YOHANNES TOMMY RICARDO
09043130049**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2011

Lembar Pengesahan

**PENENTUAN KONSENTRASI OPTIMUM KALSIUM OKSIDA (CaO)
SEBAGAI PENGATUR pH PADA SISTEM PENGOLAHAN AIR
DI DESA SUMBER REJO**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

**Oleh :
YOHANNES TOMMY RICARDO
09043130049**

Indralaya, Juli 2011

Mengetahui,

Pembimbing Pembantu



Addy Rachmat, S.Si M.Si
NIP 19740928 200012 1001

Pembimbing Utama


Drs. Dedi Rohendi, M.T
NIP 19670419 199303 1001



Ketua Jurusan


Dra. Fatma, M. S
NIP. 19620713 199102 2001

Jangan pernah menyesali keputusan yang telah diambil karena merupakan pilihan terbaik yang dapat dilakukan pada saat itu.

Hargailah waktu karena itu tidak akan pernah kembali dan akan lebih terasa jika telah berlalu.

Kupersembahkan karyaku ini untuk :

- ❖ Kedua Orangtuaku tercinta*
- ❖ Abang dan Kakak-kakakaku yang kukasihi*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan atas segala kasih, pengharapan dan penyertaan-Nya sehingga pada akhirnya penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini disusun sebagai syarat yang harus dipenuhi untuk mendapatkan gelar Sarjana Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dalam tugas akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang dengan sabar dan ikhlas telah berkenan memberikan dukungan, bimbingan, dan dorongan sehingga mampu menyelesaikan sebuah skripsi dengan judul “Penentuan Konsentrasi Optimum Kalsium Oksida (CaO) Sebagai Pengatur pH Pada Sistem Pengolahan Air Di Desa Sumber Rejo”

Bagi penulis, skripsi ini bukanlah suatu hal yang mudah terselesaikan. Dengan bimbingan, petunjuk, bantuan maupun saran-saran dari berbagai pihak, maka penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, dengan kekuasaannya selalu memberikan pencerahan dalam berpikir dan selalu menyertai.
2. Bapak dan Ibu tercinta atas segala bentuk dukungan dan doa-doa yang tak henti-hentinya kepada penulis.
3. Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

4. Pembantu Dekan I Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Fatma, M.S selaku ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Drs. Dedi Rohendi, M.T beserta keluarga selaku dosen pembimbing utama dalam skripsi ini, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing serta dorongan semangat untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Addy Rachmat, M.Si selaku dosen pembimbing pembantu dan pembimbing akademik yang berusaha membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Segenap Dosen dan Staf Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
9. Abang dan semua kakakku: kak Harita, bang Ferry, kak Silvia, kak Artha, dan keponakanku Albert. Terima kasih atas doa dan dukungan selama ini.
10. Teman-teman *Beta House*, kompleks Serai, tim basket Mokondo, bedeng Afizan, Perumahan Griya yang namanya tidak harus disebutkan disini terima kasih atas canda tawa, kebersamaan dan persahabatannya.
11. Kak Ir dan Ayuk Linda di kantin Naya Serai terima kasih atas segala bentuk dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
12. Teman-teman Kimia 2004 dan yang masih berjuang Satria, Rikardo, Willian, Bedi, seluruh adik tingkat FMIPA terima kasih atas keceriaan, bantuan dan kebaikannya.
13. Almamaterku dan seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Untuk dapat memperbaiki kekurangan ini maka penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca.

Akhir kata diharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang telah membacanya dan dapat menambah pengetahuan, khususnya dalam bidang kimia.

Inderalaya, Juli 2011

Penulis

**DETERMINATION OF CALCIUM OXIDE (CaO) OPTIMUM
CONCENTRATION AS pH REGULATOR ON WATER TREATMENT
SYSTEM AT SUMBER REJO VILLAGE**

By :

YOHANNES TOMMY RICARDO

09043130049

ABSTRACT

Research on determination of calcium oxide (CaO) optimum concentration as pH regulator on water treatment system has been done. Water sample with pH 4.3, conductivity 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TDS 400 ppm was treated with alum coagulant with concentration of 40 ppm and calcium oxide with various concentration of 40 ppm, 80 ppm, 120 ppm, 160 ppm, 200 ppm, 240 ppm to find the optimum concentration of calcium oxide. Changes in water sample were recorded every 5 minutes until 30 minutes to determine the optimum sedimentation time. Water samples processed using silica sand filter and activated carbon, micro filtration and disinfection. The result showed the optimum concentration of calcium oxide at 200 ppm with a value of pH 7.2 and TDS 250 ppm. The optimum sedimentation time is 20 minutes after mixing. The final processing data result show the value of pH, conductivity, TDS for each was 7.2, 91 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 20 ppm and consumable for drinking water.

Keywords : calcium oxide, water treatment, conductivity, TDS

**PENENTUAN KONSENTRASI OPTIMUM KALSIMUM OKSIDA (CaO)
SEBAGAI PENGATUR pH PADA SISTEM PENGOLAHAN AIR
DI DESA SUMBER REJO**

Oleh :

YOHANNES TOMMY RICARDO

09043130049

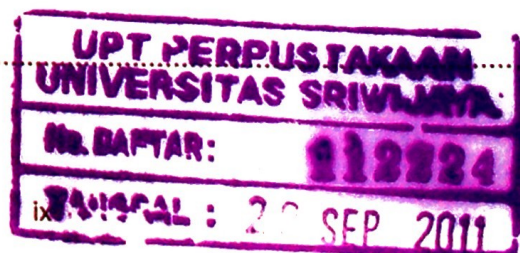
ABSTRAK

Penelitian penentuan konsentrasi kalsium oksida optimum sebagai pengatur pH pada sistem pengolahan air telah dilakukan. Sampel air dengan pH 4,3, konduktivitas 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TDS 400 ppm diolah dengan bantuan koagulan tawas dengan konsentrasi 40 ppm dan kalsium oksida dengan variasi konsentrasi 40 ppm, 80 ppm, 120 ppm, 160 ppm, 200 ppm, 240 ppm untuk mencari konsentrasi optimum kalsium oksida. Perubahan air sampel dicatat setiap 5 menit selama 30 menit untuk menentukan waktu optimum pengendapannya. Air sampel selanjutnya diproses menggunakan filter pasir silika dan karbon aktif, resin anion dan kation, dan filtrasi mikro serta desinfeksi. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi kalsium oksida optimum berada di 200 ppm dengan pH 7,2 dan TDS 250 ppm. Waktu optimum pengendapan adalah 20 menit setelah pengadukan. Data hasil air akhir pengolahan menunjukkan nilai pH, konduktivitas dan TDS masing-masing adalah 7,2, 91 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 20 ppm dan layak dikonsumsi untuk air minum.

Kata kunci : kalsium oksida, pengolahan air, konduktivitas, TDS

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Air.....	5
2.2 Sumber – Sumber Air.....	6
2.3 Karakteristik Air.....	8



2.4	Pencemaran Air	10
2.4.1	Penyebab Pencemaran Air	13
2.5	Proses Pengolahan Air.....	18
2.6	Bahan – Bahan Pengolahan Air	19
2.6.1	Kalsium Oksida (CaO) Sebagai Pengatur pH	19
2.6.2	Tawas Sebagai Koagulan	21
2.7	Resin Penukar Anion Dan Kation	21
2.8	Pasir Kuarsa / Silika (SiO ₂).....	24
2.9	Karbon Aktif	24
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian	25
3.2	Alat Dan Bahan Yang Digunakan.....	25
3.2.1	Peralatan	25
3.2.2	Bahan.....	25
3.3	Metode Penelitian.....	25
3.3.1	Persiapan Dan Instalasi Peralatan Pengolahan Air.....	25
3.3.2	Persiapan Air Sampel	27
3.3.3	Persiapan Larutan Resin Anion Dan Kation	27
3.3.4	Pengukuran pH, Konduktivitas, TDS Awal Air Sampel Dan Air Pembanding.....	27
3.3.5	Analisis Sampel.....	28
3.3.6	Pengurangan Kandungan Mineral Dan Senyawa Organik Berlebihan Dalam Sampel.....	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Pengukuran pH, Konduktivitas, Dan TDS Air Sampel Dan Air Pemandang	29
4.2 Penentuan Waktu Pengendapan Optimum.....	30
4.3 Penentuan Kosentrasi Kapur Tohor Optimum	31
4.4 Pengurangan Kandungan Mineral Dan Senyawa Organik Berlebih Dalam Sampel	35
4.4.1 Filter Pasir Silika Dan Karbon Aktif.....	35
4.4.2 Filter Resin Anion Dan Kation	36
4.4.3 Penggunaan Mikrofilter.....	37
4.5 Hasil Akhir Sampel	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA .41	
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Air Sampel Setelah Melewati Mikrofilter.....	37
Tabel 2. Data Hasil Akhir Air Sampel.....	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Pengolahan Air	26
Gambar 2. Grafik pH, Konduktivitas, TDS Air Sampel Dibandingkan Dengan Akuades, Air PDAM, Air Dalam Kemasan.....	29
Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu Pengendapan Terhadap pH Pada Konsentrasi Kapur 160 ppm Dan Tawas 40 ppm	30
Gambar 4. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Pengendapan Terhadap Konduktivitas Pada Konsentrasi Kapur 160 ppm Dan Tawas 40 ppm	30
Gambar 5. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Pengendapan Terhadap TDS Pada Konsentrasi Kapur 160 ppm Dan Tawas 40 ppm	31
Gambar 6. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Konsentrasi Kapur Dengan Konsentrasi Tawas Tetap Terhadap pH Air	32
Gambar 7. Grafik Pengaruh Variasi Konsentrasi Kapur Dengan Konsentrasi Tawas Tetap Terhadap Konduktivitas Air	33
Gambar 8. Grafik Pengaruh Variasi Konsentrasi Kapur Dengan Konsentrasi Tawas Tetap Terhadap TDS Air	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data pH, Konduktivitas dan TDS Air Sampel Pada Konsentrasi Tawas 40 ppm dan Konsentrasi Kalsium Oksida 160 ppm	43
Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran Air Sampel Dicampur Kalsium Oksida Dengan Konsentrasi 40 ppm dan Tawas 40 ppm.....	44
Lampiran 3. Data Hasil Pengukuran Air Sampel Dicampur Kalsium Oksida Dengan Konsentrasi 80 ppm dan Tawas 40 ppm.....	45
Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran Air Sampel Dicampur Kalsium Oksida Dengan Konsentrasi 120 ppm dan Tawas 40 ppm.....	46
Lampiran 5. Data Hasil Pengukuran Air Sampel Dicampur Kalsium Oksida Dengan Konsentrasi 200 ppm dan Tawas 40 ppm.....	47
Lampiran 6. Data Hasil Pengukuran Air Sampel Dicampur Kalsium Oksida Dengan Konsentrasi 240 ppm dan Tawas 40 ppm.....	48
Lampiran 7. Data Pengukuran pH, Konduktivitas Dan TDS Air Sampel Awal Dan Air Pembanding.....	49
Lampiran 8. Data pH, Konduktivitas Dan TDS Air Sampel Pada Konsentrasi Kalsium Oksida Bervariasi Dengan Konsentrasi Tawas Tetap (40 ppm)	50
Lampiran 9. Foto - Foto Alat	50
Lampiran 10. Tabel Kualitas Air Menurut PERMENKES RI	52
Lampiran 11. Data Air Sampel Dianalisa Di Lab. DEPKES Palembang	53
Lampiran 12. Data Hasil Pengolahan Air Sampel Dianalisa Di Laboratorium Palembang.....	54
Lampiran 13. Perbandingan Kadar Mineral Air Awal Dengan Air Hasil Olahan	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah kebutuhan dasar manusia yang paling penting. Untuk menjamin kelangsungan hidup dan kualitas hidup manusia harus diperhatikan kelestarian sumberdaya alam, khususnya sumberdaya air. Tetapi tidak semua daerah mempunyai sumberdaya air yang baik. Wilayah pedesaan di pesisir sungai/pantai merupakan daerah yang sangat kekurangan akan sumber air yang bersih, sehingga timbul masalah pemenuhan kebutuhan air untuk masyarakat desa.

Manusia sering dihadapkan pada situasi yang sulit dimana sumber air tawar sangat terbatas dan di lain pihak terjadi peningkatan kebutuhan. Sering kali kita mendengar ketika musim kemarau mulai datang maka masyarakat yang tinggal di daerah pedesaan atau pesisir pantai mulai kekurangan air. Air hujan yang merupakan sumber air yang telah disiapkan di bak penampung air hujan (PAH) sering tidak dapat mencukupi kebutuhan pada musim kemarau. Kita mengetahui bahwa sebenarnya sumber air asin/payau itu begitu melimpah. Melihat kenyataan ini membuat manusia untuk berupaya mengolah air payau menjadi air bersih yaitu dengan membuat alat pengolahan air (Muktar, 2008).

Sumatera Selatan termasuk daerah dataran rendah yang sebagian wilayahnya berbentuk lahan rawa dengan keadaan sumber air yang kurang baik untuk dikonsumsi. Air rawa mempunyai karakteristik antara lain pH air yang rendah, kandungan mineral dan kandungan senyawa organik yang tinggi, serta air

bersifat payau/kesadahan yang tinggi. Salah satu desa di Kecamatan Pulau Rimau Kabupaten Banyuasin yang mengalami kesulitan untuk mendapatkan air bersih adalah Desa Sumber Rejo. Kebanyakan rumah tangga di desa tersebut menggunakan air hujan untuk kebutuhan sehari-hari. Warga menyediakan tempat penampungan air hujan (PAH) di pekarangan rumah karena daerah sekitar desa tersebut merupakan lahan rawa, maka air yang tersedia tidak layak digunakan untuk kehidupan sehari-hari.

Dalam rangka penyediaan air bersih pedesaan, diperlukan sistem pengolahan air terpadu dengan cara pengolahan yang sederhana dan menggunakan bahan yang ada di pasaran setempat khususnya untuk mengolah air rawa. Cara pengolahannya dengan menggunakan peralatan pengolahan yang didesain khusus dan menggunakan bahan kimia yang umum di pasaran yaitu hanya kalsium oksida dan tawas. Tawas berfungsi sebagai koagulan dan kalsium oksida berfungsi untuk mengatur pH. Akan tetapi, penambahan dosis kalsium oksida yang berlebihan akan membuat air menjadi basa dan tidak layak dikonsumsi karena mengandung mineral yang berlebihan. Dengan demikian, konsentrasi kalsium oksida harus ditentukan agar tepat bereaksi dengan tawas dan pH air mendekati netral ($\text{pH}=7$) sesuai standar kualitas air minum menurut PERMENKES RI. (Said, 1995)

Berdasarkan latar belakang di atas, perlu adanya suatu penelitian untuk menentukan konsentrasi optimum kalsium oksida sebagai pengatur pH dalam sistem pengolahan air di desa-desa di Sumatera Selatan yang berada di sekitar lahan rawa.

1.2 Rumusan Masalah

Air adalah kebutuhan dasar manusia yang paling penting. Untuk menjamin kelangsungan hidup dan kualitas hidup manusia, harus diperhatikan kelestarian sumberdaya alam, khususnya sumberdaya air. Kualitas air yang rendah karena lahan rawa yang berada di sekitar sumber air merupakan masalah yang utama dalam penyediaan air yang layak. Air rawa mempunyai karakteristik antara lain pH air yang rendah, kandungan mineral dan kandungan senyawa organik yang tinggi, serta air bersifat payau/kesadahan yang tinggi. Jika air rawa dicampur dengan tawas maka akan menambah sifat keasaman dan menurunkan pH air. Hal ini harus dinetralisis menggunakan kalsium oksida untuk menaikkan pH karena gugus hidroksil yang bersifat basa dalam reaksi kalsium oksida dengan air. Tetapi penambahan dosis kalsium oksida yang berlebihan akan membuat air menjadi basa dan tidak layak dikonsumsi. Dengan demikian, konsentrasi kalsium oksida harus ditentukan agar tepat bereaksi dengan tawas dan pH air mendekati netral ($\text{pH}=7$) sesuai standar kualitas air minum.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah:

1. Melakukan proses pengolahan air di Desa Sumber Rejo Kecamatan Pulau Rimau Kabupaten Banyuasin.
2. Menentukan waktu pengendapan optimum proses pengolahan air.
3. Menentukan penambahan kalsium oksida (CaO) optimum pada proses pengolahan air di Kecamatan Pulau Rimau, Kabupaten Banyuasin

terhadap pH, konduktivitas dan kadar TDS (*Total Dissolved Solids*) atau zat terlarut total.

4. Menentukan pH, konduktivitas dan TDS pada air yang telah diolah, air minum dalam kemasan dan air PDAM.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dapat membantu pengolahan dan penyediaan air yang memenuhi standar bagi masyarakat di Desa Sumber Rejo.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, S. 2010. *Pengembangan Rancangan PIKAB Untuk Penjernihan Air Sungai*. Skripsi S-1 Jurusan Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Atastina, S. 2008. *Penghilangan Kesadahan Air Yang Mengandung Ion Ca Dengan Menggunakan Zeolit Alam Lampung Sebagai Penukar Kation*. Jurusan teknik gas dan petrokimia. Universitas Indonesia
- Awaluddin, N. 2007. *Teknologi Pengolahan Air Tanah Sebagai Sumber Air Minum Pada Skala Rumah Tangga*. Jurnal dalam seminar “ Peran Mahasiswa Dalam Aplikasi Keteknikan Menuju Globalisasi Teknologi”. UII.
- Budi, S. 2006. *Penurunan Fosfat Dengan Penambahan Kapur, Tawas, Dan Filtrasi Zeolit Pada Limbah Air*. Tesis S-2 Program Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro. Yogyakarta
- Departments Of The Army And The Air Force. 1985. *WATER SUPPLY, WATER TREATMENT*. Army TM 5-813-3 Air Force AFM 88-10, Volume 3. Washington DC.USA
- Efriandi, B. 2008. *Pengaruh Konsentrasi Optimum Tawas Terhadap Turbiditas Dengan Metode Jar Test Di PDAM Tirtanadi Instalasi Sunggal*. Skripsi D-3 Program Studi Kimia Analis. FMIPA USU. Medan.
- Hanum, F. 2002. *Proses Pengolahan Air Sungai Untuk Keperluan Air Minum*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Medan
- <http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/did-you-know/lingkungan/305>
pencemaran-air diakses tanggal 23 oktober 2010
- Irawan, B. 2009. *Studi Variasi, Pemanfaatan, Pengolahan, Pengelolaan Aren Di Desa Rancakalong, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. Universitas Padjajaran
- Lail, N. 2008. *Penggunaan Tanaman Enceng Gondok (Eichornia Crassipes) Sebagai Pre Treatment Pengolahan Air Minum Pada Air Selokan Mataram*. Skripsi S-1 Program Studi Tehnik Lingkungan. Fakultas Tehnik Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Lestari, 2007. *Karakteristik Kinerja Resin Penukar Ion Pada Sistem Air Bebas Mineral (GCA 01) RSG – Gas*. Jurnal dalam seminar “ Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir “. Yogyakarta

- Muktar, A. 2008. *Penggunaan Tanaman Enceng Gondok Sebagai Pre-Treatment Pengolahan Air Minum Pada Air Selokan Mataram*. Skripsi S-1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Parulian, A. 2009. *Monitoring Dan Analisis Kadar Alumunium (Al) Dan Besi (Fe) Pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal*. Tesis Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan
- Said, N. 1995. *Buku Pengolahan Air Siap Minum*, hal 11. Indonesia
- Sugiharto. 1987. *Buku Dasar – dasar pengelolaan air limbah*. Jakarta: UI
- Suriawiria, U. 1985. *Mikrobiologi Air*. Bandung : ITB
- Warlina, L. 2004. *Pencemaran Air : Sumber, Dampak, Dan Penanggulangannya*. Makalah Pribadi Sekolah Pasca Sarjana/S3 Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wulan, S. 2005. *Kualitas Air Bersih Untuk Pemenuhan Kebutuhan Rumah Tangga Di Desa Pesarean*. Skripsi S-1 Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang. Semarang