

Kandungan Clay Dan Nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation) Pada Tanah Liat Kutai Terhadap Tingkat Reduksi Escherichia Coli

Blego Sedionoto^{1,*}, Vivi Filia Elvira², Sitti Badrah³

^{1,2,3}Staf Pengajar Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman

*Email: blego.sedionoto@gmail.com

ABSTRAK

Frekuensi banjir yang meningkat dan tidak adanya pengelolaan limbah domestik pada kawasan pemukiman terlebih dalam masa pandemic COVID 19 berpotensi menjadi faktor risiko meningkatnya kandungan mikroba patogen pada drainase perkotaan dan dapat menyebar ketika kondisi banjir. Metode yang digunakan untuk pengukuran Escherichia coli/E. Coli dalam penelitian ini adalah metode Most Probable Number (MPN) atau Jumlah Perkiraan Terdekat (JPT). Metode MPN terdiri dari tiga tahap, yaitu uji pendugaan (presumptive test), uji konfirmasi (confirmed test), dan uji kelengkapan (completed test) pada formula control maupun perlakuan pemberian tanah liat Kutai dan semen putih. Formula terefektif dalam reduksi E coli adalah formula B dengan perbandingan tanah liat dan semen putih 3:1 (dengan komposisi 7,5 gr tanah liat Kutai : 2,5 gr semen putih). Dengan nilai KTK (Kapasitas Tukar Kation) 16, 95 Meq/100gr dan clay 55.9%, formula ini memiliki tingkat reduksi yang tinggi terhadap E. coli dari kandungan E coli sebelum perlakuan $9,2 \times 10^4$ E. coli dan 150 E. coli setelah perlakuan dengan tingkat efektifitas 99.82%. Pemanfaatan tanah liat Kutai dengan tingginya kandungan clay dan peningkatan nilai KTK pada penambahan semen putih dapat meningkatkan efektifitas formula dalam reduksi bakteri patogen.

Kata Kunci: *Escherichia coli*, Clay, KTK, Tanah Liat Kutai

ABSTRACT

Background: Increasing frequency of flood and un-treatment domestic water waste during pandemic COVID 19 are potential risk factors contamination of pathogen microorganism on the drainage in the city area. In the study would be explored the effective clay Kutai for Escherichia coli/E. Coli reducing Methode: In this research was used Most Probable Number (MPN) was for Escherichia coli/E. Coli diagnosing, with the third stage of the technique is the presumptive test, confirmed test, and completed test on control formula and experimental formulas to add clay Kutai and white cement in the samples. Result: The highest effective formula was clay Kutai with white cement addition, the composition of the formula is 3:1 (7.5 g clay Kutai and 2.5 g white cement. The CEC (Capacity exchange of cations) 16.95 Meq/100gr and clay content 55.9%, the formula has the high reduction of E. coli, in control $9,2 \times 10^4$ E. coli dan 150 E. coli after the experiment, with the degree of effectively 99.82%. Conclusions: Using Clay Kutai with high clay content and high CEC for reducing E. coli in water waste with to adding white cement in the formula have increased bacteria reduction.

Keywords : *Escherichia coli*, clay, CEC, Clay Kutai

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah cair infeksius pada perawatan pasien covid-19 (corona virus diseases 2019) baik di rumah sakit maupun pada pasien isolasi mandiri sangat penting sebagai upaya pencegahan potensi penularan pada kawasan pemukiman sekitar kawasan drainase pembuangan aliran limbah infeksius [Guo et al 2020; Hadi, M.I., Dkk, 2020]. Survival mikroba patogen baik virus, bakteri maupun parasit lainnya pada limbah cair sangat dipengaruhi system treatment yang dilakukan pada system pengolahan air limbah rumah sakit (spal rumah sakit) [Peng. J, et al 2020; Prihartanto, P, Dkk 2020] dan juga system pengolahan limbah cair domestik rumah tangga dan spal komunal pada wilayah isolasi mandiri pasien covid-19. Tingginya angka bakteri patogen pada limbah domestik pada tahun-tahun sebelumnya, yang menunjukkan belum optimumnya system pengolahan limbah cair infeksius di sekitar kawasan kota Samarinda hal ini dimungkinkan sama di kotakota wilayah Kalimantan Timur lainnya [Sedionoto & Anamart, 2017].

Pemanfaatan tanah liat Kutai dengan kadar clay cukup tinggi (55,90%) yang terbukti mempunyai tingkat reduksi tinggi (>99%) terhadap mikroba patogen (*E coli*) disebabkan potensi kapasitas tukar kation/KTK (cation exchange capacity/CEC) sebesar 16.95 Meq/100gr. [Sedionoto B. 2013]. Penambahan semen putih pada formula granulate Tanah Liat kutai guna peningkatan daya absorpsi KTK tanah liat terhadap mikroba patogen secara khusus angka virus pada air limbah infeksius. Dalam beberapa penelitian menunjukkan signifikansi hubungan reduksi virus maupun bakteri patogen dengan peningkatan KTK pada tanah liat, demikian juga berasosiasi positif derajat KTK pada tanah dengan beberapa penyakit infeksi oleh mikroba (virus dan bakteri) dan penyakit parasit [Steven M. Lipson and G.

Stotzky, 1983), Anthoni G, 1979, Milton Schiffenbauert and G. Stotzky (1981)].

Realita ini yang mendorong penggunaan tanah liat kutai dengan penambahan semen putih pada formula granule dalam aplikasi laboratorium bagi reduksi mikroba patogen pada limbah cair infeksius pasien COVID-19 dalam aliran limbah domestik maupun limbah rumah sakit. Peningkatan kualitas dalam pengolahan limbah cair di tengah pandemic sangat penting terlebih kawasan Kota Samarinda yang rentan banjir yang menjadi potensi meluasnya kontaminasi pencemaran mikroba dari drainase ke pemukiman [Gotkowitz, M.B, et al 2016].

2. METODE PENELITIAN

A. Rancangan penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium dengan rancangan. Eksperimen dengan perlakuan pada kontrol limbah domestik dengan pengukuran mpn *coli* dan *escherichia coli* kemudian dengan memberi beberapa formula yang diberikan dalam penelitian ini yaitu :

1. Berat penyerap semen dan tanah liat kutai sebanyak 4 formula (4:0) 10 gr:0gr, (3:1) 7,5gr:2,5gr, (2:2) 5gr:5gr, (1:3) 2,5gr:7,5gr
2. Perlakuan pengadukan dengan kecepatan 60-100 rpm selama 2-3 menit, dilanjutkan pengadukan 60 rpm selama 3 menit dan ditunggu pengendapan selama 1-3 menit.

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Peralatan

Peralatan yang digunakan selain peralatan gelas, alat pemanas tanah liat selevel oven, timbangan analitik juga digunakan peralatan khusus lainnya.

2. Bahan

- a. Bahan yang digunakan adalah; limbah domestik yang diambil dari rumah

tangga di kota samarinda pada drainase sekitar aliran buangan rumah sakit dengan perawatan pasien covid-19 dan pasien isoman covid-19.

- b. Bahan penyerap limbah cair semen putih (portland) dan tanah liat kutai berupa lempung lahan persawahan di kalimantan timur.
- c. Bahan kimia sentesa granulasi tanah liat dan semen putih.

C. Sampel penelitian

Sampel penelitian adalah limbah cair (limbah domestik) yang diambil dari rumah tangga sekitar pasien isoman covid 19 dan aliran drainase outlet buangan limbah cair rumahsakit pada pemukiman di kota samarinda.

D. Prosedur Penelitian

1. Preparasi Penyerap dan Penentuan Kondisi Optimum.

Penelitian ini adalah penelitian laboratorium yang menggunakan jar-test untuk menguji efektifitas konsentrasi formula yang terbaik. Tanah liat kutai dari sawah dicampur dengan banyak air, kemudian disaring dengan kain kasa atau saringan halus, diendapkan dan lumpurnya dipisahkan dari air dan dikeringkan 105° c selama 24 jam. Hasilnya didinginkan dan digerus, dan diayak dengan ayakan biasa. Dalam uji coba digunakan campuran antara semen putih dan tanah liat kutai. Masing-masing uji menggunakan berat 10 gram campuran 4 formula (4:0)10 gr:0gr, (3:1) 7,5gr:2,5gr, (2:2)5gr:5gr, (1:3) 2,5gr:7,5gr.

Campuran tersebut masing-masing diaduk dengan 100 ml limbah domestik. Masing-masing

sampel diberi perlakuan pengadukan dengan kecepatan 100 rpm selama 3 menit, dilanjutkan pengadukan 60 rpm selama 2 menit dan ditunggu pengendapan selama 3 menit. Hasilnya (bagian yang tidak mengendap) diuji di laboratorium konsentrasi parameter logam sebelum dan setelah perlakuan.

Tentang pemilihan waktu 3 menit untuk pengadukan, dan pengendapan serta pengulangannya, ditentukan berdasarkan pengalaman empirik bahwa waktu-waktu tersebut memberikan hasil yang cukup optimal.

2. Pengukuran Mikroorganisme

Pengukuran kandungan bakteri koliform dan *e. Coli* dilakukan pada waktu kontak 2,4 dan 6 menit. Metode yang digunakan untuk pengukuran bakteri koliform dan *e. Coli* adalah metode *most probable number (mpn)* atau jumlah perkiraan terdekat (jpt). Metode mpn terdiri dari tiga tahap, yaitu uji pendugaan (presumptive test), uji konfirmasi (confirmed test), dan uji kelengkapan (completed test).

Uji dugaan merupakan tes pendahuluan tentang ada tidaknya kehadiran bakteri koliform berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan koliform.

Uji ketetapan merupakan kelanjutan dari uji dugaan. Uji ketetapan ini dilakukan untuk mengetahui adanya bakteri golongan *e. Coli*. Uji kelengkapan merupakan pengujian yang dilakukan setelah uji ketetapan untuk menentukan bakteri *e. Coli* atau coli fekal.

3. Analisa Statistik

Pengolahan data akan menggunakan excel program dan spss version 17. Pengaruh penambahan semen putih pada tanah liat kutai terhadap reduksi *e. Coli* akan dianalisis dengan uji mann-witney dan kruskal wallis,

Pada bagian ini menjelaskan bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian dan metode yang digunakan untuk penelitian. Metode penelitian berisi metode yang digunakan oleh peneliti/penulis dalam melakukan penelitian. Analisis data berisi pemaparan dari peneliti/penulis dalam mengolah data hasil penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik

Hasil pemeriksaan kualitas fisik tanah liat kutai terlihat dalam data di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kualitas Fisik Tanah Liat Kutai dan KTK

No	Parameter	Metode	Hasil Analisis		Satuan
			St 1	St 2	
1	Silt	Pipet	29.80	24.60	%
2	Clay	Pipet	40,90	55.90	%
3	Coarse sand	Sieve	0,00	0.00	%
4	Medium sand	Sieve	0,00	0.00	%
5	Fine sand	Sieve	29,30	19.50	%
6	Total sand	Hitung	29,30	19.50	%
7	KTK	Hitung	16,61	16,95	Meq/100g

Sumber: Data Primer,2021

Hasil analisa laboratorium kualitas fisik tanah liat Laboratorium Tanah Pusreht Unmul menunjukkan kedua tanah liat memiliki sifat *clay* dengan kandungan *clay* stasiun 1 sebesar

40,90 dan *clay* stasiun 2 sebesar 55,90. Kandungan KTK hitung pada tanah liat stasiun 1; 16,61 Meq/100gr dan pada stasiun 2; 16,95 Meq/100gr

Hasil Uji Mikrobiologi/E coli dan Coliform

Hasil uji Mikrobiologi pathogen terlengkap dari laporan penelitian ini sebagai berikut :

Tabel. 2. Total E coli dan Coliform pada Stasiun Pengamatan

No	Parameter	Jumlah (per 100 ml)	Baku Mutu KLH 1000/100ml
1	<i>E coli</i>	9,2 X 10 ⁴	
2	<i>Coliform</i>	9,2 X 10 ⁴	

Sumber: Data Primer,2021

Baku mutu limbah cair untuk E coli dan coliform pada pengukuran stasiun pengamatan drainase pramuka masing-masing 9,2 X 10⁴ melebihi baku mutu KLH sebesar 1000 MPN Coli/100ml (KLH) Berdasarkan hasil uji laboratorium menunjukkan di seluruh stasiun pengamatan derajat pencemaran bakteriologis dengan indikator *E coli* dan *Coliform* telah melebihi ambang batas.

Tingkat reduksi E. coli pada pemberian formula tanah liat Kutai

Efisiensi Perlakuan dilihat dari Penyisihan Konsentrasi MPN Coli/100ml pada Uji 1 terlihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Efisiensi Perlakuan dilihat dari Penyisihan Konsentrasi E Coli/100ml pada Formula Tanah liat

Jenis Perlakuan	Konsentrasi E Coli/100ml		Penyisihan (%)
	Sebelum Perlakuan/ C	Setelah Perlakuan	
A	9,2 X 10 ⁴	170	99,82%
B	9,2 X 10 ⁴	150	99,84%
C	9,2 X 10 ⁴	260	99,72%
D	9,2 X 10 ⁴	130	99,86%

Sumber: Data Primer,2021

Penyisihan konsentrasi E Coli/100ml pada **Tabel. 4** terlihat yang paling efisien adalah formula D Tanah liat:semen putih (1:3), dengan kemampuan degradasi 99,86% dan yang terendah formula A Tanah liat:semen putih (4:0) dengan penyisihan 99,82%. Efisiensi Perlakuan dilihat dari Penyisihan Konsentrasi MPN Coliform /100ml pada

Tingkat reduksi formula tanah liat Kutai terhadap angka MPN coliform

Tingkat reduksi formula tanah liat Kutai terhadap angka MPN coliform terlihat pada tabel 4 sebagai berikut

Tabel 4. Efisiensi Perlakuan dilihat dari Penyisihan Konsentrasi Angka MPN Coliform/100ml pada Formula Tanah liat

Jenis Perlakuan	Konsentrasi Angka MPN Coliform/100ml		Penyisihan %
	Sebelum Perlakuan/ C	Setelah Perlakuan	
A	9,2 X 10 ⁴	320	99,65%
B	9,2 X 10 ⁴	190	99,79%
C	9,2 X 10 ⁴	640	99,30%
D	9,2 X 10 ⁴	240	99,74%

Sumber: Data Primer,2021

Penyisihan konsentrasi Angka MPN Coliformi/100ml pada **Tabel. 4.** terlihat yang paling efisien adalah formula B Tanah liat:semen putih (3:1), dengan kemampuan degradasi 99,79% dan yang terendah formula A Tanah liat:semen putih (4:0) dengan penyisihan 99,65%.

Analisa Kruskal Wallis Pengaruh Perlakuan Tanah Liat terhadap reduksi Ecoli dan MPN coli pada penambahan semen putih dan Peningkatan KTK

Hasil analisa uji Kruskal Wallis Pengaruh Perlakuan Tanah Liat terhadap reduksi Ecoli dan MPN coli, menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan perlakuan pemberian dosis tanah liat terhadap reduksi E coli

maupun MPN coli dengan nilai p value masing masing : 0,021 dan 0,000. Peningkatan efektifitas reduksi pada penambahan semen putih dengan potensi kenaikan kapasitas tukar kation (KTK).

Perlakuan dalam berbagai formula yang tersusun dari tanah liat dan tersebut dalam penguraian zat pencemar mikrobiologis pada limbah domestik yang tinggi konsentrasi MPN Colinya akan mengalami interaksi /reaksi kimiawi seperti sistem absorpsi dan gaya pengendapan dengan daya ikat dengan partikel atau zat lain dalam larutan. Reaksi pertukaran kation, interaksi antara lempung dan senyawa-senyawa organik, Pada area hujan tropik basah seperti Kalimantan Timur sangat potensi bagisurvival bakteri maupun virus terutama pada limbah domestik terlebih pada masa pandemi COVID 19, dengan potensi kandungan clay dan seiring dengan peningkatkan KTK dengan penambahan semen putih pada formula di studi ini sangat potensial bagi pengembangan anti virus dan bakteri di lingkungan terutama air limbah [Sutiknowati L.I, 2016; Handajani M, 2020; Madjid A, 2007].

Reaksi kompleks antara ion-ion logam dan koloid organik dan anorganik merupakan implikasi tambahan dari perilaku elektrokimia koloid tanah. Gaya-gaya yang bertanggung jawab atas jerapan lempung adalah gaya fisik, ikatan hydrogen, ikatan elektrostatik, dan reaksi koordinasi. Gaya fisik yang terpenting adalah gaya Van der Waals, yang merupakan interaksi dipol-dipol jarak pendek. Peranannya hanya penting dalam jarak dekat, karena gaya tipe ini menurun secara drastis dengan meningkatnya jarak. Dalam praktek di laboratorium, pengadukan adalah upaya untuk memperpendek jarak agar terjadi kontak antar dipol-dipol. Jerapan ini akan meningkat dengan meningkatnya ukuran molekul. Molekul-molekul hasil dekomposisi sampah (dalam lindi) masih banyak mengandung molekul-molekul

ukuran besar, sehingga akan lebih mudah terjerap oleh gaya Van der Waals (Muklis, 2007; Pairun dkk, 1999; Hardjowigeno & H. Sarwono, 2002; Rosmarkam dan Yuwono. 2002; Soares, M.R et al, 2005).

Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap penurunan E coli dengan nilai $p=0,021$ dan perbedaan yang signifikan terhadap penurunan MPN Coli dengan $p=0,000$. Adsorpsi Van der Wall, terjadi karena gaya adhesi antara zat terlarut dengan adsorben. Gaya-gaya paling kuat yang ada dalam adsorpsi molekul-molekul kecil dari larutan cair yaitu pertukaran ion dan ikatan hydrogen. Adsorpsi zat terlarut oleh adsorben padat cenderung membentuk ikatan hydrogen jika salah satu mempunyai kelompok ikatan hydrogen sebagai donor dan yang lainnya sebagai akseptor yang mampu secara efektif mengabsorb substansial organik pada mikroba patogen sehingga tereduksi bersama jerapan aktifasi tanah liat Kutai dengan penambahan semen putih. Zone hambatan mulai terbentuk pada perlakuan dengan konsenfrasi ekstrak 10.000 ppm, diameter ini cenderung mengalami pertambahan seiring dengan peningkatan konsentrasi yang didedahkan. Diameterzone hambatan paling besar pada konsentrasi yang sama diperoleh pada uji bakteri E. coli yaitu sebesar 19 mm sedangkan paling kecil didapat pada pegujian bakteri S. aureus. Adanya perbedaan struktur dan sifat bakteri uji mungkin merupakan faktor penentu terjadinya perbedaan diamter zone hambatan pada kedua bakteri uji. Pada konsentrasi 1000 ppm sampai 5000 ppm belum membentuk zone hambatan. Hal serupa juga terjadi pada kontrol. Tidak terbentuknya zone hambatan pada konsentrasi tersebut mungkin disebabkan oleh kecilnya konsentrasi sehingga belum mampu menyebabkan terjadinya perubahan sistim fisiologis sel bakteri uji, dengan demikian bakteri tersebut mampu untuk tumbuh. [Soares,

M. R, 2005; Tan, Kim H. 1992; B.K.G.Theng. 2012].

Tanah liat Kutai dengan penambahan semen putih optimum, pada penelitian ini dengan komposisi 75% tanah liat dan 25% semen putih sangat efektif berfungsi sebagai antimikroba merupakan salah satu faktor penentu besar kecil kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan mikroba yang diuji, Potensi anti bakteri dan virus pada aktifasi clay kutai dengan penambahan semen putih seiring peningkatan kapasitas tukar kation (KEK). [Vasiliki I, et al, Sedjati, 2007; Sururi,dkk, 2010].

4. KESIMPULAN

Reduksi *E coli* dan MPN Coliform tertinggi pada tanah liat rerata 99,71%. Menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan perlakuan pemberian dosis tanah liat terhadap reduksi *E coli* maupun MPN coli dengan nilai p value masing masing : 0,021 dan 0,000.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Warga RT 10 Kutai Lama untuk support lokasi stasiun tanah liat dan penelitian ini dibiayai hibah Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Guo, Y-R., Cao, Q-D., Hong, Z-S., Tan, Y-Y., Chen, S-D., Jin, H-J., ... & Yan, Y. (2020). The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status. *Military Medical Research*, 7:11.
- Hadi, M.I., Widiyanti, M., Kumalasari, M.L.F.K., Alamudi, M.Y., & Suprayogi, D. (2020). Management of SARS-CoV-2 medical waste against a Covid-19 pandemic in Indonesia: a literature review. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(4):244-253.
- Peng, J., Wu, X., Wang, R., Li, Cui, Zhang, Q., & Wei, D. (2020). *Medical*

- waste management practice during the 2019-2020 novel coronavirus pandemic: experience in a general hospital. *American Journal of Infection Control*, 48:918-921.
- Prihartanto, P. (2020). Prediction of medical hazardous waste generation from Covid-19 patient handling hospitals. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 15(1):12-18.
- Sedionoto, B., Anammnart, W. (2017). Utilization Clay Soil Kutai for Reducing MPN Coliform and Escherichia Coli in Domestic Wastewater. *Proceeding The 5th National and International Conferences on Medical Technology 2017*. School of Allied Health Sciences, Walailak University, Nakhon Si Thammarat, Thailand.
- Sedionoto, B. (2013). Efektifitas tanah liat kutai dan semen putih sebagai bahan pereduksi mikroba patogen pada limbah domestik. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Volume 4, Nomor 02 Juli 2013, 158-165
- Steven M. Lipson and G. Stotzky . (1983). Adsorption of Reovirus to Clay Minerals: Effects of Cation-Exchange Capacity, Cation Saturation, and Surface Area Applied and Environmental Microbiology, *American Society for Microbiology*, p. 673-682 Vol. 46, No. 3
- Anthony G. Ostle* And John G. Holt. (1979). Elution and Inactivation of Bacteriophages on Soil and Cation-Exchange Resin. *Applied And Environmental Microbiology*, Department of Bacteriology, Iowa State University, p. 59-65 Vol. 38, No. 1
- Milton Schiffenbauert and G. Stotzky . (1981). Adsorption of Coliphages T1 and T7 to Clay Minerals. *Applied And Environmental Microbiology*, Laboratory of Microbial Ecology, Department of Biology, New York University, New York, p. 590-596 Vol. 43, No. 3
- Gotkowitz, M.B., Bradbury, K.R., Borchardt, M.A., Zhu, J., & Spencer, S.K. (2016). Effects of climate and sewer condition on virus transport to groundwater. *Environmental Science and Technology*, 50(16):8497-8504.
- Sutiknowati L.I. *Bioindikator pencemar, bakteri Escherichia coli*. Oseana, Volume XLI, Nomor 4 Tahun 2016 : 63 - 71.
- Handajani, M.(2020). Peran Teknologi Pengolahan Air Limbah dalam Mencegah Penyebaran Virus. Webinar FTSL ITB. <https://www.itb.ac.id/news/read/57559/home/peran-teknologi-pengolahan-air-limbah-dalam-mencegah-penyebaran-virus>
- Madjid, A. 2007. *Kapasitas Tukar Kation*. <<http://dasarilmutanah.blogspot.com>>. Diakses tanggal 8 Mei 2011.
- Muklis. 2007. *Analisis Tanah dan Tanaman*. Universitas Sumatera Utara Press, Medan
- Pairunan, Anna K., J. L. Nanere, Arifin, Solo S. R. Samosir, Romualdus Tangkaisari, J. R. Lalopua, Bachrul Ibrahim, Hariadji Asmadi, 1999. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Timur, Makassar
- Hardjowigeno, H. Sarwono., 2002. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo, Jakarta
- Rosmarkam dan Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. 2002. Kanisius, Jakarta
- Soares, M. R., R. F. A. Luis, P. V. Torrado, M. Cooper. 2005. Mineralogy ion exchange properties of the particle size fractions of some Brazilian soils in tropical humid areas. *Geoderma* 125 : 355-367.
- Vasiliki I. Syngouna and Constantinos V. Chrysikopoulos. (2010). *Interaction between Viruses and Clays in Static and Dynamic Batch*

- Systems. Environ. Sci. Technol.
American Chemical Society, 44, 12,
4539–4544
<https://doi.org/10.1021/es100107a>
- Tan, Kim H. 1992. Dasar-dasar Kimia
Tanah. Gajah Mada University
Press. Yogyakarta
- Theng,BKG(2012) .Chapter 10 - Viruses
and Bacteriophages. Developments
in Clay Science. Volume 4, 2012,
Pages 339-349
[https://doi.org/10.1016/B978-0-444-
53354-8.00010-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53354-8.00010-4)Get.
- Sedjati, Sri and Agustini, Tri Winarni
and Surti, Tuti (2007) *Studi
Penggunaan Khitosan Sebagai Anti
Bakteri Pada Ikan Teri (Stolephorus
Heterolobus) Asin Kering Selama
Penyimpanan Suhu Kamar. Jurnal
Pasir Laut, 2 (2). pp. 54-60. ISSN
1858-1684*
- Sururi,Dkk, 2010, Efisiensi Ozonisasi
Air Tanah Dalam Proses Desinfeksi,
Proseding Seminar nasional Sains
Dan Tekhnologi Jurusan Teknik
Lingkungan, ITENAS, Bandung
[Http//www
/lib.itenas.ac.id/ozonisasiecoli.pdf](http://www/lib.itenas.ac.id/ozonisasiecoli.pdf)
Akses 12 Desember 2012