

EFISIENSI PENYISIHAN BOD  
DAN COD DALAM  
PENGOLAHAN AIR LIMBAH  
KANTIN KOMBINASI BIOFILTER  
AEROBIK DAN SUBSURFACE  
FLOW  
CONSTRUCTED WETLAND MULTI  
LAYERS FILTRATION DENGAN

**Submission date:** 07-Aug-2024 03:37PM (UTC+0700)  
by Ramadhani Yanidar

**Submission ID:** 2428535230

**File name:** 3449-8862-1-SM\_Seminar\_Faruk.pdf (414.37K)

**Word count:** 2416

**Character count:** 14785

## EFISIENSI PENYISIHAN BOD DAN COD DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH KANTIN KOMBINASI BIOFILTER AEROBIK DAN *SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND MULTILAYERS FILTRATION* DENGAN TANAMAN AKAR WANGI DI SMA NEGERI 78, JAKARTA BARAT

Muhammad Faruq, Muhammad Lindu, Ramadhani Yanidar, Ariani Dwi Astuti  
Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lansekap Dan Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti  
Email: ariani\_da@trisakti.ac.id

### Abstrak

Air limbah yang berasal dari aktivitas kantin memiliki konsentrasi bahan organik yang sangat tinggi sehingga perlu diolah sebelum dibuang ke badan air agar tidak mencemari perairan. Pengolahan air limbah Kantin di SMA Negeri 78 Jakarta diawali dengan bak pengumpul, kemudian dipompakan ke dalam reaktor *biofilter aerobik*, lalu dialirkan secara gravitasi ke dalam bak kontrol debit sebelum pada akhirnya masuk ke unit pengolahan utama, yakni reaktor *Subsurface Flow Constructed Wetland Multilayers Filtration* Tipe Aliran Vertikal dengan Tanaman Akar Wangi (SSFCW-MLF). Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengujian kinerja penyisihan parameter BOD dan COD dalam pengolahan air limbah kantin sekolah dengan menggunakan kombinasi sistem *biofilter aerobik* dan *subsurface flow constructed wetland multilayers filtration* tipe aliran vertikal dengan tanaman akar wangi agar memenuhi baku mutu air limbah domestik sebelum dibuang ke badan air. Metodologi penelitian adalah aklimatisasi tanaman, pemindahan tanaman pada reaktor dan menganalisa kualitas air limbah. Debit air limbah yang masuk ke unit pengolahan adalah 3,2976 m<sup>3</sup>/hari waktu tinggal dalam unit SSFCW-MLF adalah 20,88 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi tunak, reaktor SSFCW-MLF memiliki efisiensi penyisihan untuk parameter BOD berkisar antara 78 – 90 %, sedangkan untuk parameter COD berkisar antara 75 – 96 % . Nilai Kostanta penyisihan areal (kA) pada unit SSFCW-MLF berkisar 3,34 – 12,08 m/hari untuk parameter BOD dan 0,83 – 34,37 m/hari untuk parameter COD. Konsentrasi air limbah dari outlet IPAL telah sesuai dengan baku mutu air limbah domestik menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 68 tahun 2016.

**Kata kunci:** SSFCW-MLF, *biofilter aerobik*, Efisiensi Penyisihan, Air Limbah Kantin, Organik loading, nilai K.

### PENDAHULUAN

Kegiatan di sekolah yang sangat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan khususnya di perairan yaitu aktivitas kantin. Pencemaran terhadap lingkungan pada aktivitas kantin sekolah disebabkan karena air limbah yang langsung dibuang menuju selokan atau saluran drainase sekolah maupun saluran drainase perkotaan. Sebanyak 60 % pencemaran air terbesar pada sistem air permukaan maupun air tanah di kota-kota di Indonesia berasal dari pembuangan air limbah domestik khususnya *grey water* yang langsung di buang ke selokan tanpa pengolahan (*treatment*) terlebih dahulu sebelum masuk ke badan air (Hendrawan, D.,Widanarko, S., Moersisik, S., Triwek RW., 2013). Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian untuk menerapkan sistem pengolahan air limbah kantin menggunakan metode *subsurface flow constructed wetland multilayers filtration* tipe aliran vertikal dengan tanaman akar wangi dikombinasikan dengan reaktor *biofilter aerobik* dalam mengolah air limbah kantin yang dihasilkannya agar sesuai dengan baku mutu pada Lampiran I PermenLHK No.P.68/Menlhk-Setjen/2016. Studi kasus penelitian dilakukan untuk mengolah air limbah kantin SMA Negeri 78 Jakarta sebagai institusi pendidikan yang berwawasan lingkungan dalam pelayanan sanitasinya.

## STU 15 PUSTAKA

### 1.1 Air Limbah Kantin

Air limbah kantin merupakan jenis air limbah *grey water* yang berasal dari semua aktivitas dalam suatu bangunan selain dari toilet atau kakus (Qomariah et al, 2017). Pada umumnya air limbah kantin berasal dari proses pencucian alat masak dan proses pengolahan makanan/minuman. Kandungan bahan buangan yang terdapat dalam air limbah kantin berupa bahan buangan organik dan olahan bahan makanan/minuman. Bahan buangan organik umumnya berupa bahan-bahan yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga bila dibuang ke badan air akan menaikkan populasi mikroorganisme. Apabila populasi mikroorganisme meningkat, tidak menutup kemungkinan berkembang pula bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia.

### 1.2 Sistem Biofilter Aerobic

Biofilter aerobik dioperasikan dengan tambahan pasokan oksigen melalui injeksi udara menggunakan unit kompresor atau blower dari bagian bawah medifilter dengan saluran tertentu lewat media porous (unit diffuser) atau pipa berlobang (perforated pipe). Biofilter aerobik dioperasikan dengan beban pengolahan lebih rendah, oleh karena itu biofilter aerobik umumnya diletakkan setelah proses anaerobik. Pada unit pengolahan biofilter aerobik memungkinkan pengolahan air limbah dengan lapisan biofilm dan juga pengolahan air limbah oleh mikroorganisme tersuspensi. Proses ini akan meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen dan mempercepat proses nitrifikasi. Proses ini juga disebut dengan kontak aerasi. Pada proses biofilter dimana mikroorganisme tumbuh dan berkembang di atas suatu media, yang dapat terbuat dari plastik maupun kerikil dan pengoperasiannya dapat tercelup sebagian atau seluruhnya atau pun tidak tercelup sama sekali. Hal tersebut akan membentuk lapisan lendir untuk melekat di atas permukaan media sehingga membentuk lapisan *biofilm* (Mardianto,2014).

### 1.3 Sistem Constructed Wetland

Sistem Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*) merupakan proses pengolahan limbah yang meniru/aplikasi dari proses penjernihan air yang terjadi dilahan basah/rawa (*Wetland*), dimana tumbuhan air (*Hydrophita*) yang tumbuh didaerah tersebut memegang peranan penting dalam proses pemulihan kualitas air limbah secara alamiah (*self purification*).

Sistem Aliran Bawah Permukaan (*Sub Surface Flow-Wetland*) merupakan sistem pengolahan limbah yang relatif masih baru, namun telah banyak diteliti dan dikembangkan oleh banyak negara dengan berbagai alasan. Menurut Tangahu *et al* (2001), bahwa pengolahan air limbah dengan sistem tersebut lebih dianjurkan karena beberapa alasan sebagai berikut :

- Dapat mengolah limbah domestik, pertanian dan sebagian limbah industri termasuk logam berat.
- Efisiensi pengolahan tinggi (80 %).
- Biaya perencanaan, pengoperasian dan pemeliharaan murah dan tidak membutuhkan ketrampilan yang tinggi.

*Constructed wetland* ada dalam berbagai bentuk dan ukuran, tergantung dari pemilihan dan evaluasi lokasi. Sistem ini bisa disesuaikan ke hampir semua lokasi dan bisa dibangun dalam banyak konfigurasi dari unit tunggal kecil yang hanya beberapa meter persegi sampai sistem dengan luas beratus hektar.

## METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di 4 titik unit IPAL kantin selama 9 jam per hari dimana pengukuran dilakukan pada saat aktivitas kantin sekolah pada pukul 07.00 – 16.00 WIB, dimulai dari Senin, 05 Maret 2018 s.d. 14 Mei 2018. Lokasi penelitian yaitu SMA Negeri 78 Jakarta, yang berlokasi di Jl. Bhakti IV No. 1 Komplek Pajak, Kelurahan Kemanggisan, Kecamatan Palmerah, Kota Jakarta Barat.

## 2.2 Aklimatisasi Tanaman Akar Wangi

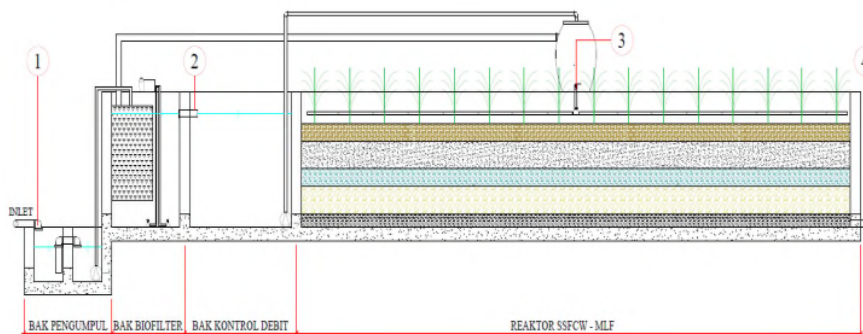
Aklmatisasi akar wangi pada perlakuan 25% air limbah kantin 75% air suling, 50% air limbah kantin dengan 50% air suling dan 75% air limbah kantin dengan 25% air suling masing-masing selama 4 hari. Kondisi tunak (*steady state*) diketahui jika secara visual tanaman tidak layu atau mati tetapi terlihat mulai tumbuh dan mampu beradaptasi.

## 2.3 Penanaman Tanaman Akar Wangi pada Unit SSFCW-MLF tipe aliran vertikal

Setelah proses aklimatisasi, pemindahan tanaman akar wangi ke dalam unit *subsurface flow constructed wetland multilayers filtration* tipe aliran vertikal dilakukan sekaligus (100%) pada 1 hari yang sama. Jarak antar tanaman pada unit ini adalah masing – masing 50 cm di tiap sisi, sedangkan jarak tanaman dari bibir unit secara vertikal adalah 33 cm dan jarak tanaman dari bibir unit secara horizontal adalah 25 cm, setiap lubang membutuhkan 3 anakan akar wangi dengan demikian total tanaman yang dibutuhkan adalah 90 tunas tanaman akar wangi.

## 2.4 Operasi dan Monitoring Sistem Pengolahan Air Limbah Kantin

Operasi dan monitoring rangkaian sistem unit pengolahan dilakukan dengan mengamati pertumbuhan tanaman dari segi tinggi dan pucuk baru. Analisa parameter-parameter dilakukan setelah penanaman tanaman akar wangi pada unit *subsurface flow constructed wetland multilayers filtration* tipe aliran vertikal. Untuk lebih jelasnya mengenai skema unit IPAL sekolah ini dan juga titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Skema Unit IPAL dan Titik Pengambilan Sampel

## 2.5 Evaluasi Kinerja Unit Pengolahan Air Limbah Kantin

Evaluasi kinerja unit pengolahan pada bak biofilter aerobik dan unit SSFCW-MLF berdasarkan efisiensi penyisihan parameter BOD dan COD. Efisiensi penyisihan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi Removal (\%)} = \frac{(C_{in} - C_{out})}{C_{in}} \times 100$$

Dimana:

$C_{in}$  dan  $C_{out}$  = konsentrasi aliran masuk dan keluar, masing-masing (mg/L)

Konstanta laju penyisihan dihitung dengan pendekatan laju degradasi orde pertama yang digunakan untuk memprediksi kinerja penyisihan BOD dan COD di reaktor SSFCW-MLF yang dibangun. Konstanta laju untuk model ini dapat ditentukan pada suatu basis areal (kA). Konstanta laju penyisihan areal (kA) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\ln (C_{out}/C_{in})/ = -K_A / q$$

Sumber : (Kadlec & Wallace, 2009)

Dimana :

$q = \text{hydraulic loading rate (m/hari)} = Q / A$ ,

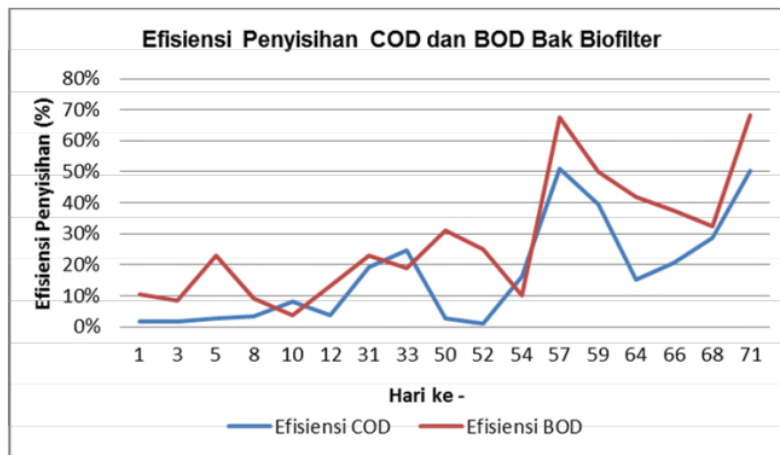
$Q = \text{Debit yang melalui constructed wetland (m}^3\text{/hari)}$

$A = \text{luas constructed wetland (m}^2\text{), dan}$

$K_A = \text{konstanta tingkat penyisihan areal (m/hari)}$ .

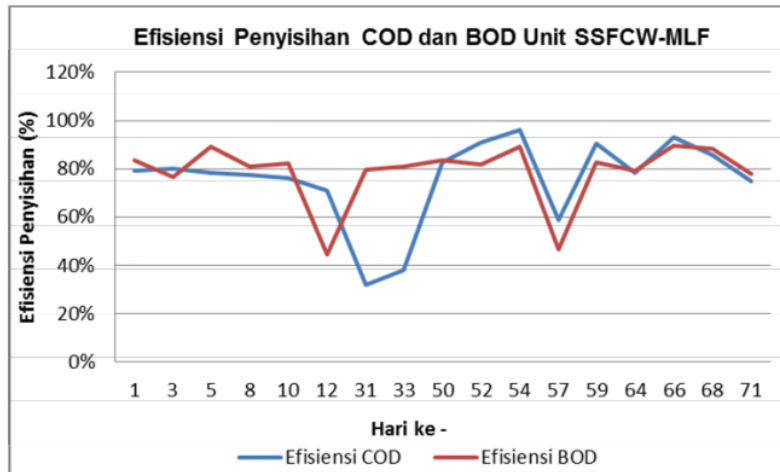
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Efisiensi Penyisihan COD dan BOD di bak Biofilter Aerobik



Berdasarkan grafik di atas, konsentrasi COD pada bak biofilter ini juga berfluktuasi setiap harinya. Konsentrasi COD di bak biofilter ini juga mengalami penurunan namun tidak terlalu signifikan. Penurunan konsentrasi COD tersebut berawal dari kisaran 697,71 – 2660 mg/L pada titik inlet bak biofilter menjadi 563,43 – 2467,86 mg/L pada titik outlet bak biofilter. Penyisihan konsentrasi COD yang paling tinggi terjadi pada hari ke-57 dengan konsentrasi awal 2360 mg/L menjadi 1160 mg/L pada konsentrasi akhirnya sehingga efisiensi penyisihannya mencapai 51 %. Dengan kondisi tersebut, bak biofilter ini memiliki rata-rata efisiensi penyisihan untuk parameter COD hanya sebesar 17 %. Sedangkan konsentrasi BOD<sub>5</sub> di bak biofilter ini mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan konsentrasi BOD<sub>5</sub> tersebut berawal dari kisaran 120,64 – 352,32 mg/L pada titik inlet bak biofilter menjadi 100,27 – 271,78 mg/L pada titik outlet bak biofilter. Penyisihan konsentrasi BOD<sub>5</sub> yang paling tinggi terjadi pada hari ke-57 dengan konsentrasi awal 342,21 mg/L menjadi 110,67 mg/L pada konsentrasi akhirnya, sehingga efisiensi penyisihannya mencapai 68 %. Penyisihan konsentrasi BOD<sub>5</sub> pada kondisi tunak terjadi pada hari ke-57 s.d. hari ke-71.

### 3.2 Efisiensi Penyisihan BOD dan COD di unit SSFCW-MLF



Berdasarkan grafik tersebut, pada konsentrasi tertinggi hari ke – 1 yakni 2164,28 mg/L diperoleh efisiensi penyisihannya mencapai 79% menjadi 454,28 mg/L sedangkan pada kondisi tunak konsentrasi tertinggi sebesar 2080 mg/L memiliki efisiensi penyisihan sebesar 83% menjadi 360 mg/L. Untuk mengetahui kondisi operasional pada kinerja reaktor SSFCW-MLF dalam penyisihan konsentrasi COD, maka dihitung tingkat konstanta tingkat penyisihan areal ( $k_A$ ). Dari hasil perhitungan, rata-rata konstanta penyisihan areal ( $k_A$ ) adalah  $7,60 \pm 2SD$  dengan kisaran nilai antara 0,829 – 14,367, sehingga nilai konstanta penyisihan areal ( $k_A$ ) rata-rata adalah 7,15. Sedangkan menurut data di atas, dapat dilihat bahwa konsentrasi BOD mengalami penurunan yang signifikan pada outlet bak SSFCW-MLF dibandingkan dengan outlet unit sebelumnya. Data hasil analisa menunjukkan penyisihan konsentrasi BOD di outlet bak SSFCW-MLF berkisar antara 10,87 – 66,78 mg/L dengan persen penyisihan tertinggi mencapai 90 %. Rata-rata konsentrasi penyisihan BOD yang dihasilkan pada titik outlet sebesar 26,93 mg/L. Dengan demikian, hasil penyisihan konsentrasi BOD sudah menunjukkan hasil yang signifikan. Hasil penyisihan konsentrasi BOD di bak tersebut sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Permen LHK No.P.68/Menlhk-Setjen/2016 yaitu sebesar 30 mg/L. Konsentrasi BOD yang dihasilkan bervariasi pada hari-hari tertentu. Pertumbuhan tanaman yang semakin meningkat setiap harinya juga mempengaruhi kinerja penyisihan di dalam reaktor SSFCW-MLF. Untuk mengetahui kondisi operasional pada kinerja reaktor SSFCW-MLF dalam penyisihan konsentrasi BOD, maka dihitung, konstanta tingkat penyisihan areal ( $k_A$ ). Dari hasil perhitungan, rata-rata konstanta penyisihan areal ( $k_A$ ) adalah  $7,71 \pm 2SD$  dengan kisaran nilai antara 3,337 – 12,083, sehingga nilai konstanta penyisihan areal ( $k_A$ ) rata-rata adalah 7,71.

#### Kesimpulan

1. Unit reaktor *biofilter aerobic* belum mampu menyisihkan kandungan pencemar baik berupa COD dan BOD secara signifikan, namun sudah cukup membantu dalam proses aerasi atau meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam air limbah kantin sebelum masuk ke pengolahan utama dalam hal ini reaktor SSFCW-MLF. Hal tersebut ditandai dengan efisiensi penyisihan rata-rata BOD yang mencapai 50 %.
2. Pengolahan air limbah kantin dengan menggunakan metode *subsurface flow constructed wetland multilayers filtration* tipe aliran vertikal dengan tanaman akar wangi efektif untuk menyisihkan konsentrasi BOD sesuai baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.P.68/Menlhk-Setjen/2016 namun belum maksimal dalam menyisihkan konsentrasi COD.

3. Unit reaktor *subsurface flow constructed wetland multilayers filtration* tipe aliran vertikal dengan tanaman akar wangi berfungsi sebagai pengolahan biologis utama. Pada kondisi tunak efisiensi penyisihan parameter dan BOD mencapai 83 – 90%.

#### Saran

1. Perlunya diperhatikan kegiatan perawatan IPAL dalam hal ini untuk membersihkan secara rutin tiap – tiap unit pengolahan yakni bak pengumpul, bak *biofilter aerobic*, unit bak kontrol debit, unit SSFWC-MLF, pipa – pipa distribusi air limbah, pompa dan aerator/blower dan seluruh komponen yang ada di dalamnya untuk menjaga efektifitas kinerja unit pengolahan.
2. Pengangkatan minyak dan lemak pada bak pengumpul perlu dilakukan setiap hari selama IPAL berjalan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada alat maupun penyumbatan pada komponen-komponen unit pengolahan yang ada di dalamnya.
3. Dalam perencanaan unit IPAL perlu diperhatikan kriteria desain yang sesuai dan juga dipertimbangkan dengan kondisi eksisting lapangan, sehingga tidak terjadi kendala yang berarti selama pembangunan maupun operasional.

#### Daftar Pustaka

- Diana. 2011. Pengolahan Air Limbah Domestik Kantin dan *Grey Water* WC Menggunakan Metode *Subsurface Constructed Wetland Multilayers Filtration* Tipe Aliran Vertikal dengan Bintang Air . Jakarta: Universitas Trisakti.
- 2 Hendrawan, D.,Widanarko, S., Moersisik, S., Triweko, RW. 2013. *Evaluation of centralized WWTP and the need of comunal WWTP in supporting community-based sanitation in Indonesia. European Scientific Journal* , Vol.9, No.17, e-ISSN 1857-7431.
- Kadlec, R. a. (1996). *Treatment Wetlands*. New York: Lewis Publisher.
- 19 Kleden, M. M. 2016. Pengolahan Air Limbah Kantin Dengan Menggunakan Metode *Constructed Wetland Multilayers Filtration* Tipe Aliran Vertikal Dengan Tanaman Akar Wangi. Jakarta: Universitas Trisakti.
- 8 Mardianto, W., Apriani, I., & Hayati, R. 2014. Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Sistem Kombinasi ABR dan Wetland dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Teknik Lingkungan* , 5.
- 7 Papadopolous, A. 2006. *Variations of COD/BOD Ratio At Different Units Of Wastewater Stabilization Pond Pilot Treatment Facility. 7th International Conference on Environmental Science and Technology Ermoupoli*. Syros Island, Greece.
- 6 Tangahu, B.V. dan Warmadewanthi, I.D.A.A. 2001. Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman *Cattail (Typha angustifolia)* dalam Sistem *Constructed Wetland*, Purifikasi. Volume 2 Nomor 3. ITS – Surabaya.
- Vieira, A. A. 2009. Pengolahan Air Limbah Domestik dari Kantin dan *Grey Water* WC menggunakan Metode *Subsurface Constructed Wetland Multilayer Filtration* Tipe Aliran Vertikal dengan Melati Air. Jakarta: Universitas Trisakti.

# EFISIENSI PENYISIHAN BOD DAN COD DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH KANTIN KOMBINASI BIOFILTER AEROBIK DAN SUBSURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND MULTILAYERS FILTRATION DENGAN

## ORIGINALITY REPORT

29%

SIMILARITY INDEX

29%

INTERNET SOURCES

17%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	11%
2	<a href="http://jurnal.uns.ac.id">jurnal.uns.ac.id</a> Internet Source	3%
3	<a href="http://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	2%
4	<a href="http://repository.trisakti.ac.id">repository.trisakti.ac.id</a> Internet Source	2%
5	<a href="http://lib.ui.ac.id">lib.ui.ac.id</a> Internet Source	2%
6	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://anzdoc.com">anzdoc.com</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://etd.repository.ugm.ac.id">etd.repository.ugm.ac.id</a> Internet Source	1%



9	<a href="http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id">jurnalsaintek.uinsby.ac.id</a> Internet Source	1 %
10	<a href="http://digilib.uinsby.ac.id">digilib.uinsby.ac.id</a> Internet Source	1 %
11	<a href="http://kumpulanmakalahlengkap.blogspot.com">kumpulanmakalahlengkap.blogspot.com</a> Internet Source	1 %
12	<a href="http://ml.scribd.com">ml.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="http://tpa.fateta.unand.ac.id">tpa.fateta.unand.ac.id</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="http://fliphtml5.com">fliphtml5.com</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://docobook.com">docobook.com</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://dspace.umkt.ac.id">dspace.umkt.ac.id</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://sipil.ejournal.web.id">sipil.ejournal.web.id</a> Internet Source	<1 %

---

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off