

# ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN KEMBALI AIR LIMBAH PENCUCIAN SARANG BURUNG WALET DI PT. M

Savira Nursari<sup>1</sup>, Nurhayati<sup>2</sup>, Sri RH Siregar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Lingkungan; Universitas Satya Negara Indonesia;

coresspondent author : [saviranursari2431@gmail.com](mailto:saviranursari2431@gmail.com)

Diterima : 13 Juni 2024	Revisi : 25 Juni 2024	Disetujui : 20 Agustus 2024	Diterbitkan: 20 Oktober 2024
----------------------------	--------------------------	--------------------------------	---------------------------------

## Abstract

*In the swallow nest production process, the fulfillment of water availability is very important. Water is sourced from the company's Water Treatment Plant (WTP), which is then reprocessed with a Reverse Osmosis (RO) machine. The use of water is sought to be as efficient as possible in the company environment. One way is by recycling wastewater. Wastewater is reused from the swallow nest washing process. RO water results were tested in accordance with the Minister of Health Regulation No. 2 of 2023, while wastewater was tested in accordance with the Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014. RO water and wastewater results still meet the required quality standards. The wastewater recycling process uses Ultrafiltration (UF) and RO units. The efficiency of water use is 35.59% and in one year it can save expenses of Rp 135,347,182 / year.*

**Keywords:** *efficiency, recycle, reverse osmosis, ultrafiltration, wastewater*

## PENDAHULUAN

Burung walet adalah spesies burung gua, menavigasi dalam kegelapan dengan meniupkan suara atau membuat gema, mirip dengan kelelawar. Meskipun ada lebih dari 24 spesies di seluruh dunia, hanya sedikit yang dapat membangun sarangnya sendiri. Spesies walet bersarang putih dan walet bersarang hitam adalah yang paling umum di seluruh dunia (Suriya et al., 2004). *Aerodramus fuciphagus* merupakan salah satu dari sekian banyak spesies walet yang ditemukan di Indonesia (Ayuti et al., 2016).

PT. M merupakan perusahaan ekspor sarang burung walet yang berlokasi di Jakarta Barat. Sumber air baku yang digunakan oleh PT. M adalah air baku yang disediakan oleh *Water Treatment Plant* (WTP) di area Perusahaan, PT. M menggunakan mesin *Reverse Osmosis* (RO) dan *Ultraviolet* (UV) lamp agar air yang dipakai sesuai dengan kualitas air minum berdasarkan standar Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023.

Sarang burung walet sebelum dikonsumsi harus melewati beberapa tahapan proses produksi terlebih dahulu (Jong et al., 2013). Setelah melakukan perendaman (Ramli dan Azmi, 2012) dan pencucian, kadar nitrit pada sarang burung walet dapat turun (Ramli dan Azmi, 2012; Chan et al., 2013; Hamzah et al., 2013). Belum ada metode standar pencucian sarang burung walet yang dapat menurunkan kadar nitrit sampai di bawah 30 ppm, sehingga adanya perbedaan di setiap industri untuk frekuensi lamanya pencucian (Kedokteran Hewan Heru Susilo et al., n.d.)

Pengelolaan limbah di PT. M yang telah diupayakan adalah pengolahan limbah bulu-bulu walet sebagai umpan. Limbah bulu-bulu walet yang telah tercampur dengan kotoran-kotoran seperti pasir, sterofoam, dan kayu, dijual kembali ke peternak walet sebagai umpan. Sedangkan untuk air proses pencucian PT. M belum dilakukan pemakaian kembali atau *recycle*, sehingga air bersih yang dibutuhkan di PT. M sangat banyak. Kebutuhan air bersih untuk proses pencucian mencapai rata-rata sebesar 21.000 l/hari. Pemakaian air dalam jumlah besar berdampak pada peningkatan volume air limbah yang dihasilkan dan biaya pemakaian air.

## DASAR TEORI

Burung walet, yang dikenal dengan nama ilmiah *Aerodramus fuciphagus*, menggunakan air liur mereka untuk membangun sangkar (Nuroini dan Nastiti, 2017). Morfologi burung walet meliputi elemen-elemen tubuh utama, seperti tubuh, sayap, paruh, mata, kaki, organ penciuman, dan indera keenam. Tubuh burung walet ramping dan ringan, yang memungkinkannya terbang dengan cepat.

Paruhnya berbentuk segitiga dengan ujung agak melengkung yang menyerupai paruh burung pemakan insekta. (Marzuki *et al*, 2008).

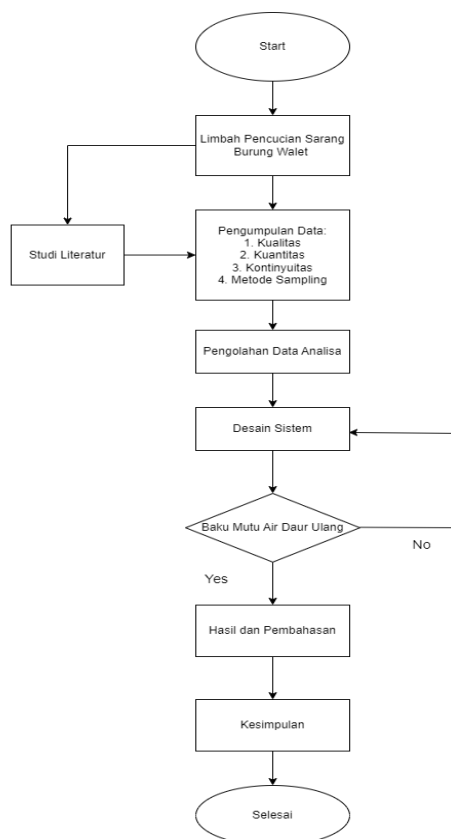
Produksi bersih, menurut Kementerian Lingkungan Hidup, adalah pendekatan pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif, terpadu, dan diterapkan secara berkesinambungan pada setiap kegiatan yang terkait dengan proses produksi, produk, dan jasa dalam rangka meningkatkan efisiensi sumber daya alam, mencegah terjadinya pencemaran, dan mengurangi limbah pada sumbernya sehingga dapat meminimalisir risiko terhadap ekonomi, lingkungan, dan kesehatan manusia (KLH, 2003).

Pengelolaan lingkungan bertujuan untuk mencegah dan/atau meminimalkan dampak negatif dari kegiatan produksi dan jasa di berbagai sektor industri serta kuantitas pertumbuhan penduduk dan produksi. Di sisi lain, pengelolaan lingkungan bertujuan untuk mencegah dan/atau meminimalkan biaya pengolahan, pembuangan limbah, dana konstruksi, dan pemeliharaan fasilitas bangunan air limbah (Arif Zulkifli, 2014).

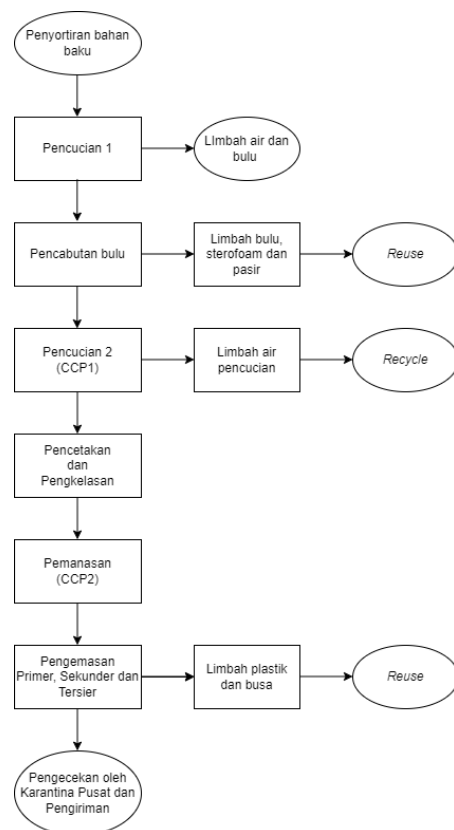
*Reverse Osmosis (RO)* adalah metode pemisahan berbasis tekanan yang menggunakan membran semipermeabel dan prinsip penyaringan aliran silang. Membran RO menyaring semua garam dan molekul anorganik, serta molekul organik dengan berat molekul lebih dari 100. Oleh karena itu, proses ini sangat efektif dalam menghilangkan kontaminan seperti pirogen, endotoksin, insektisida, dan pestisida (DuPont, 2022).

**METODE PERANCANGAN**

Kerangka konsep penelitian pada Gambar 1. dan proses produksi pada Gambar 2. akan mengarahkan pada tujuan yang ingin dicapai dan akan menjadi alur pemikiran penelitian



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Proses Produksi

**Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data primer:

1. Kualitas, parameter-parameter dalam air cucian sarang burung walet dibutuhkan sebagai acuan untuk proses perencanaan selanjutnya.
2. Kuantitas, data yang dibutuhkan data debit air baku yang dipakai, dan jumlah efluen air limbah yang dihasilkan perhari.
3. Kontinuitas, durasi pengambilan data dilakukan selama satu bulan yaitu dua puluh enam hari kerja, dan jumlah pemakaian air yang dipakai perbulan.
4. Metode sampling dilakukan dengan cara menampung air cucian sarang burung walet, yang kemudian diuji sesuai dengan baku mutu yang berlaku.

### Teknik Pengolahan Data

Data sekunder dan primer yang telah diperoleh berdasarkan hasil pengukuran, dilakukan pengolahan data dengan tahapan:

1. Membandingkan parameter-parameter air limbah dengan baku mutu air limbah dan membandingkannya dengan hasil uji air baku RO.
2. Menghitung pemakaian air bersih perhari, dengan pemakaian 21.000 l/hari.
3. Menghitung efluen air limbah yang dihasilkan perhari.

$$Q = \frac{V}{t} \quad 1$$

Keterangan:

Q = debit (liter/jam)

V = volume (liter)

t = waktu (jam)

4. Menghitung debit harian air limbah:

$$Q \times \text{Jam Operasional (liter/hari)}$$

5. Mendesain sistem instalasi pengolahan air limbah yang tepat.

Data sekunder juga akan dianalisis meliputi biaya pemakaian air bersih dan biaya operasional dalam pengolahan air limbah. Perhitungan efisiensi biaya dapat dievaluasi menggunakan rumus berikut (Soeparman & Suparmin, 2002):

$$\text{Efisiensi (x)} = \frac{\text{inlet cost} - \text{outlet cost}}{\text{inlet cost}} \times 100 \%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

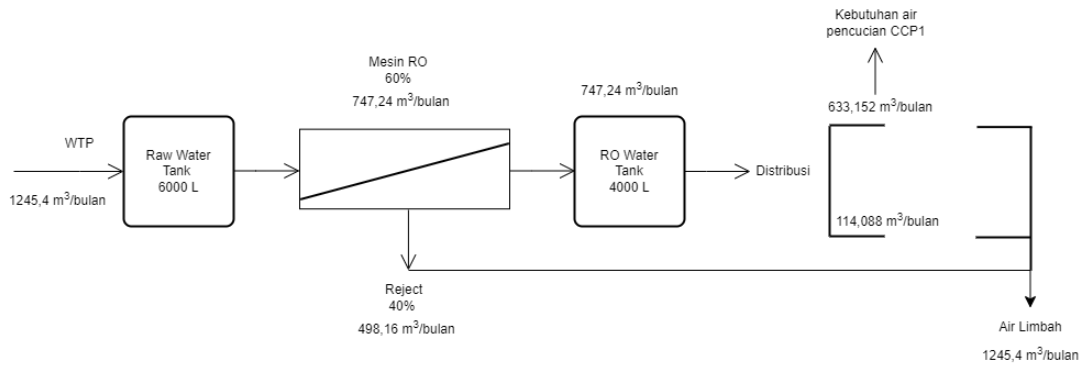
### Penggunaan Air Bersih pada Proses Pencucian

Hasil perhitungan kebutuhan air perhari berdasarkan data dapat dilihat pada Table 1.

Table 1. Kebutuhan Air Proses Produksi

Proses	Kebutuhan air/proses (liter)	Produksi sarang walet/hari (keping)	Kebutuhan air/hari (liter/hari)
Pencucian (CCP 1) selama 30 detik	6	3.500	21.000

Neraca eksisting dihitung berdasarkan data kebutuhan air dalam sebulan, dimana kebutuhan air pencucian CCP1 akan diuji hasil air limbahnya dan diproses kembali dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Neraca Air Eksisting

**Kualitas Air RO dan Air Limbah Produksi (CCP1)**

Kualitas air dari unit RO sesuai dengan standar mutu air minum yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.

Hasil air limbah pencucian sarang walet juga sudah sesuai dengan standar Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Lampiran 47 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan yang Belum Memiliki Baku Mutu Air Limbah yang Ditetapkan. Perbandingan hasil uji dari air RO dan air limbah dapat dilihat pada Gambar 4.

Jenis Pemeriksaan	PERMENKES NO.2 TAHUN 2023		PERMEN LH NO. 5 TAHUN 2014			Satuan
	Nilai Rujukan	Hasil	Hasil	Baku Mutu Gol. 1	Gol. 2	
<b>FISIKA</b>						
Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	-	-	-	-
Suhu	Suhu Udara ± 3°C	29,8	29,7	38	40	°C
Warna	10	10	-	-	-	Skala TCU
Kekeruhan (TSS)	< 3	0,15	< 2,5	200	400	NTU
TDS	< 300	4,91	10	2000	4000	mg/l
<b>KIMIA</b>						
Fe	0,2	0,011	< 0,006	5	10	mg/l
Nitrat sebagai N	20	0,353	0,6	20	30	mg/l
Nitrit sebagai N	3	0,043	0,01	1	3	mg/l
pH	6,5 – 8,5	6,6	7,47	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	mg/l
Mangan (Mn)	0,1	0,003	< 0,006	2	5	mg/l
Seng (Zn)	3	< 0,005	0,2	5	10	mg/l
Fluorida (F)	1,5	0,2	< 0,006	2	3	mg/l
Tembaga Terlarut	2	0,0009	< 0,006	2	3	mg/l
Ammonia	1,5	< 0,005	-	-	-	mg/l
Aluminium	0,2	< 0,0012	-	-	-	mg/l
Total Kromium (Cr)	0,05	0,0009	< 0,006	0,5	1	mg/l
Kromium Hexavalen	0,01	0,01	< 0,006	0,1	0,5	mg/l
Sisa Klor (terlarut)	0,2 – 0,5	0,03	< 0,01	1	2	mg/l
Cd Total	0,003	< 0,0002	< 0,001	0,05	0,1	mg/l
Selenium	0,01	0,0004	< 0,003	0,05	0,5	mg/l
Pb terlarut	0,01	< 0,0001	< 0,006	0,1	1	mg/l
As	0,01	< 0,0003	< 0,003	0,1	0,5	mg/l
Barium (Ba) Total	-	-	< 0,006	2	3	mg/l
Air Raksa (Hg)	-	-	< 0,0001	0,002	0,005	mg/l
Sn Total	-	-	< 0,04	2	3	mg/l
Nikel (Ni) Total	-	-	< 0,006	0,2	0,5	mg/l
Co Total	-	-	< 0,006	0,4	0,6	mg/l
Sianida (CN)	-	-	< 0,001	0,05	0,5	mg/l
Sulfida (S <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	-	-	< 0,007	-	-	mg/l
Khlorin Bebas (Cl <sub>2</sub> )	-	-	< 0,01	1	2	mg/l
Ammonia Nitrogen (NH <sub>3</sub> -N)	-	-	0,2	5	10	mg/l
Total Nitrogen	-	-	3	30	60	mg/l
BOD <sub>5</sub>	-	-	5	50	150	mg/l
COD	-	-	17	100	300	mg/l
Senyawa Aktif Biru Metilen	-	-	0,08	5	10	mg/l
Fenol	-	-	< 0,00006	0,5	1	mg/l
Minyak dan Lemak	-	-	< 0,2	10	20	mg/l
<b>MIKROBIOLOGI</b>						
E. coli	0	0	-	-	-	CFU/100ml
Total Koliform	0	0	< 1,8	10.000	10.000	CFU/100ml

Gambar 4. Hasil Uji Air RO dan Air Limbah Pencucian

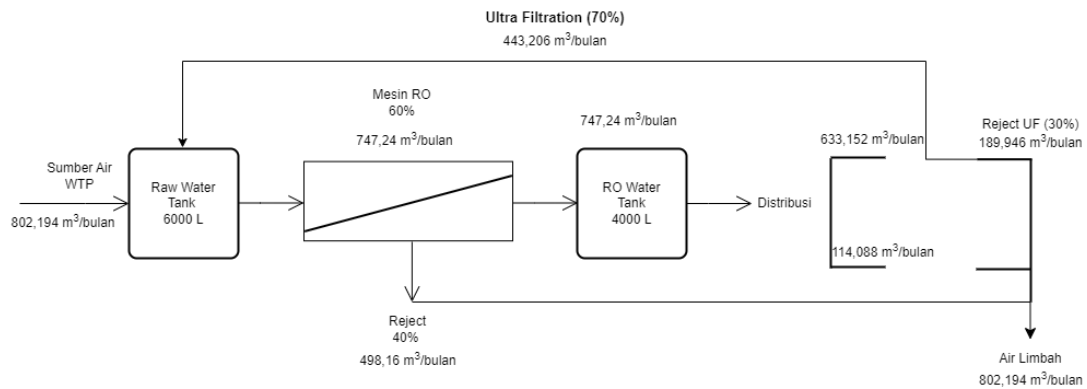
**Proses Daur Ulang Air Limbah menjadi Air Bersih/Murni untuk Proses Produksi**

Menurut Yudo & Hernaningsih, tahun 2010 beberapa opsi teknologi untuk mendaur ulang air limbah mencakup penggunaan penyaringan (filter), penyaringan yang diperkuat dengan ultrafiltrasi (UF), dan penyaringan UF yang didukung oleh RO. Penerapan teknologi daur ulang air limbah dengan

mengintegrasikan penyaringan, unit UF, dan RO dapat menghasilkan air yang setara dengan air minum. Air yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti pengisian toilet, sistem pendinginan (*cooling tower*), dan kebutuhan lain yang memerlukan air dengan kualitas lebih baik dibandingkan dengan air dari sumber PAM (Teknologi Lingkungan et al., 2023).

Pada PT. M air limbah yang dibuang disimpan dalam tandon dan melewati unit *Ultrafiltration* (UF), suatu proses filtrasi tingkat tinggi yang menggunakan membran dan dibantu dengan tekanan membran untuk mengurangi kekeruhan inlet UF hingga 99,9%, dengan ukuran lubang membran sekitar 0,1 mikron. Kapasitas UF mencapai 38-43 m<sup>3</sup>/jam, dengan rata-rata produksi sekitar 42 m<sup>3</sup>/jam yang disesuaikan dengan persyaratan RO. UF menggunakan membran Banemo model UFc200 dan menghasilkan air *reject*, di mana sekitar 30% dari air inlet UF tidak masuk ke inlet RO. Unit UF dilengkapi *backwash* yang secara otomatis dilakukan setiap jam dengan menggunakan 3 liter *chlorine* yang diencerkan menjadi 175 liter (Febrica Ervina et al., 2023).

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh efisiensi berdasarkan neraca air sebesar 35,59%, karena sebelum dilakukan *recycle* dengan UF dan RO, air baku yang dibutuhkan sebesar 1245,4 m<sup>3</sup>/bulan, sedangkan setelah diproses kembali dengan UF dan RO hanya membutuhkan air baku sebanyak 802,194 m<sup>3</sup>/bulan. Berikut merupakan perencanaan neraca air daur ulang yang telah disesuaikan dengan kebutuhan di PT. M yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Neraca Air Daur Ulang

**Efisiensi Penggunaan Air**

Perhitungan efisiensi merupakan perhitungan besarnya perbandingan yang diperoleh. Perbandingan hasil RO dan air *reject* berkisar 60%:40%. Total penggunaan air dalam satu bulan dapat dilihat pada Table 2.

Table 2.

Air Hasil	Bulan	Total Inlet RO (m <sup>3</sup> /bulan)	Reject RO (m <sup>3</sup> /bulan)	Hasil RO (m <sup>3</sup> /bulan)	Debit RO
	Oktober	1231,1	492,44	738,66	
	November	1235	494	741	
	Desember	1245,4	498,16	747,24	

Hasil air RO dalam sehari dan total biaya yang telah dikeluarkan, maka akan diketahui harga dari 1 m<sup>3</sup> air yang dihasilkan RO yang dapat dilihat pada

Table 3. Biaya investasi dan biaya operasional akan mempengaruhi harga dari air RO yang

dapat dilihat pada

Table 4.

Table 3. Harga Air WTP

Bulan	Total Biaya Air WTP	Harga Air WTP/m <sup>3</sup>
Oktober	36.933.000	30.000
November	37.050.000	30.000
Desember	37.362.000	30.000

Table 4. Harga Perbandingan Eksisting dan Daur Ulang

	Eksisting	Daur Ulang	Keterangan
	Skenario 1	Skenario 2	
UF	-	Rp 22.944.888	Biaya pemasangan dan biaya aksesoris UF
Biaya Air	Rp 37.362.000	Rp 24.065.820	-
RO	Rp 6.400.000	Rp 6.400.000	Biaya penggantian filter setiap 3 bulan sekali
Biaya Listrik RO	Rp 225.373,2	Rp 225.373,2	-
Biaya Listrik UF	-	Rp 105.174,16	-
Total Biaya per Bulan	Rp 43.987.373	Rp 53.741.255	-
Total Biaya per Tahun	Rp 476.648.478	Rp 341.301.296	-

Diperoleh efisiensi perbandingan antara melakukan *recycle* pada air limbah, dengan perancangan menggunakan UF dan RO, maka dalam satu tahun perusahaan mendapatkan efisiensi pengeluaran untuk pemenuhan kebutuhan air bersih mencapai Rp 135.347.182/tahun.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Debit air bersih yang digunakan dalam sehari untuk pemakaian proses produksi dan domestik mencapai 47,9 m<sup>3</sup>/hari, dengan rata-rata pengeluaran untuk pembelian air sebesar Rp 448.344.000/tahun. Air limbah yang dihasilkan oleh PT. M pada parameter seperti TSS, TDS, Nitrit, pH, dan Zn hasilnya meningkat jika dibandingkan dengan hasil uji air RO, tetapi masih memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan. Untuk efisiensi pemakaian air atau penggunaan kembali air limbah pencucian yaitu dengan membuat perhitungan berdasarkan neraca air, dimana air limbah ditampung di dalam tandon, kemudian diproses dengan UF dan RO. Efisiensi pemakaian air dan/atau penggunaan kembali air limbah pencucian sebesar 35,59%, dan dalam satu tahun dapat mengefisiensi pengeluaran mencapai Rp 135.347.182/tahun.

### Saran

Hasil air *reject* RO dan air limbah pada pencucian 1 dimanfaatkan kembali, untuk meningkatkan nilai efisiensi dan juga efisiensi pengeluaran terhadap air bersih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayuti, Turaina. "Identifikasi Habitat dan Produksi Sarang Burung Walet di Kabupaten Lampung Timur", *Jurnal UNPAD*, No. 07, 2016.
- Suriya, S., et al. (2004). Formation and Properties of Edible Bird's Nest. *Food Chemistry*, 88(3), 349-354.
- Jong, A., et al. (2013). Proses Produksi Sarang Burung Walet. *Jurnal Ilmu Pangan dan Gizi*, 8(1), 45-53.
- Ramli, S., & Azmi, M. (2012). Kandungan Nitrit dalam Sarang Burung Walet. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(2), 75-82.
- Nuroini, Y., & Nastiti, D. (2017). Nutritional Content of Edible Bird's Nest (*Aerodramus fuciphagus*) from Various Locations in Java and Bali, Indonesia. *International Journal of Food Science*, 2017, 1-5.
- Marzuki, E., et al. (2008). Morphology and Behavior of Swiftlet (*Collocalia* spp.) on the Populations in Singkarak, West Sumatra. *Research Journal of Biological Sciences*, 3(11), 1263-1268.
- Rao, Sharat V. Agustus (2016). *Reverse Osmosis Reject Water – Methods of Disposal*. *Indian Plumbing Today*, 26-28.
- Ervina, D.F. and Purnomo, Y.S. (2023) "Efisiensi TERHADAP pemenuhan Ketersediaan Air Bersih dengan recycle effluent Dari proses IPAL Menggunakan teknologi reverse osmosis di PT. Bumi Menara Internusa Industri pengolahan Hasil Laut", *Environmental Engineering Journal ITATS*, 3(2), pp. 106–115. doi:10.31284/j.envitats.2023.v3i2.4484.

# TechLINK

## JURNAL TEKNIK LINGKUNGAN

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMPE (WHEY) SECARA BIOLOGIS DENGAN *Acetobacter xylinum* UNTUK DIJADIKAN NATA DE SOYA

**Nurhayati**

ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN KEMBALI AIR LIMBAH PENCUCIAN SARANG BURUNG WALET DI PT. M

**Savira Nursari, Nurhayati, Sri RH Siregar**

FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN PERILAKU TIDAK AMAN (*UNSAFE ACTION*) PADA PEKERJA *WORKSHOP* PT MAJU SELARAS INSTRUMINDO

**Muhammad Salman Alfarisie dan Deni Kurniawan**

THE EFFECTIVENESS OF WATER SPINACH (*Ipomea aquatica*) IN CONTROLLING THE LEVEL OF SILVER (Ag) IN PHOTOGRAPHIC PROCESSING WASTE LIQUID

**Yusriani Sapta Dewi**

TEKNOLOGI MEMBRAN MIKROFILTRASI (MF) UNTUK PEMURNIAN TOTAL NITROGEN DARI SAMPAH CAIR (*LEACHATE*) DI TPA WANCI MEKAR KERAWANG

**Nurhayati, Yadi Supriyadi**



9 772581 231005



# JURNAL ILMIAH TechLINK

## **Pelindung**

Dekan Fakultas Teknik

## **PenanggungJawab**

Hernalom Sitorus, ST., M.Kom

## **Dewan Redaksi**

Ir. Nurhayati, M.Si

Dr. Yusriani Sapta Dewi, M.Si

## **MitraBestari**

Dr. Rofiq Sunaryanto, M.Si (BRIN)

Ir. Asep Jatmika, MM (DLH)

Ir. Rahmawati, M.Si (DLH)

Ir. Mudarisin, ST. MT (BNSP)

## **Penyunting Pelaksana**

Adnan Mulyana, SE. MM

Abdul Kholiq, S.Kom., M.Kom

**JURNAL TechLINK** merupakan Jurnal Ilmiah yang menyajikan artikel original tentang pengetahuan dan informasi teknologi lingkungan beserta aplikasi pengembangan terkini yang berhubungan dengan unsur Abiotik, Biotik dan Cultural.

Redaksi menerima naskah artikel dari siapapun yang mempunyai perhatian dan kepedulian pada pengembangan teknologi lingkungan. Pemuatan artikel di Jurnal ini dapat dikirim kealamat Penerbit. Informasi lebih lengkap untuk pemuatan artikel dan petunjuk penulisan artikel tersedia pada halaman terakhir yakni pada Pedoman Penulisan Jurnal Ilmiah atau dapat dibaca pada setiap terbitan. Artikel yang masuk akan melalui proses seleksi editor atau mitra bestari.

Jurnal ini terbit secara berkala sebanyak dua kali dalam setahun yakni bulan April dan Oktober serta akan diunggah ke Portal resmi Kemenristek Dikti. Pemuatan naskah dipungut biaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

## **Alamat Penerbit / Redaksi**

Program Studi Teknik Lingkungan, FakultasTeknik  
Universitas Satya Negara Indonesia

Jl. Arteri Pondok Indah No.11 Kebayoran Lama Utara  
Jakarta Selatan 12240 – Indonesia

Telp. (021) 7398393/7224963. Hunting, Fax 7200352/7224963

Homepage : <http://www.usni.ac.id>

E-mail :

[redaksi\\_jurnalft@usni.ac.id](mailto:redaksi_jurnalft@usni.ac.id)

Frekuensi Terbit

2 kali setahun :April dan Oktober

# DAFTAR ISI

- PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMPE (WHEY) SECARA BIOLOGIS DENGAN *Acetobacter xylinum* UNTUK DIJADIKAN NATA DE SOYA **1 - 7**  
**Nurhayati**
- ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN KEMBALI AIR LIMBAH PENCUCIAN SARANG BURUNG WALET DI PT. M **8 - 14**  
**Savira Nursari, Nurhayati, Sri RH Siregar**
- FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN PERILAKU TIDAK AMAN (*UNSAFE ACTION*) PADA PEKERJA *WORKSHOP* PT MAJU SELARAS INSTRUMINDO **15 - 24**  
**Muhammad Salman Alfarisie dan Deni Kurniawan**
- THE EFFECTIVENESS OF WATER SPINACH (*Ipomea aquatica*) IN CONTROLLING THE LEVEL OF SILVER (Ag) IN PHOTOGRAPHIC PROCESSING WASTE LIQUID **25 - 32**  
**Yusriani Sapta Dewi**
- TEKNOLOGI MEMBRAN MIKROFILTRASI (MF) UNTUK PEMURNIAN TOTAL NITROGEN DARI SAMPAH CAIR (*LEACHATE*) DI TPA WANCI MEKAR KERAWANG **33 - 41**  
**Nurhayati, Yadi Supriyadi**

