

HASIL PROSES TEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR SECARA BIOLOGI TERHADAP KUALITAS DAN PRODUKSI BAHAN BAKU PUPUK

OLEH

Dr. Ir. Ketut Irianto M.Si

Abstrak

Berdasarkan uji laboratorium menunjukkan bahwa limbah cair yang berasal dari kegiatan RSUP Sanglah di Denpasar Bali, termasuk jenis limbah cair domestik. Limbah cair domestik didominasi kandungan bahan organik berupa protein dan karbohidrat yang ditunjukkan oleh parameter BOD (22,63 mg/l), COD (47 mg/l), TSS (25.83 mg/l), amonia (0,17 mg/l), nitrat (4 mg/l) dan nitrit (0,20 mg/l). Bahan-bahan ini bersumber dari kegiatan medis dan non medis RSUP Sanglah. Bahan baku pupuk harus mengandung bahan organik berupa karbohidrat dan protein (Caldwel, 2001)

Hasil analisis terhadap tahapan proses perlakuan teknologi biodetox menunjukkan bahwa teknologi tersebut sudah memenuhi standar operasional yaitu menekankan prinsip biologi dengan konsep pemanfaatan dan hasil kualitas limbah aman, efisien, ramah lingkungan. Hal ini terlihat dari kualitas limbah cair yang dihasilkan sudah memenuhi standar baku mutu dan aman dimanfaatkan terutama pada tahap *stabilisasi* (stasiun C) dan tahap akhir pembuangan (stasiun D) melalui Permenkes RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 dan standar mutu air golongan D Kepmen KLH No - 02/MENKLH/1/ 1988, juga karakteristik limbah cair yang dihasilkan sudah memenuhi standar bahan baku pupuk yang ditetapkan terutama pada tahap *stabilisasi*. Menurunnya nilai kekeruhan, padatan terlarut dan padatan tersuspensi (Gambar 4.2a, 4.2b) diakibatkan perlakuan tahapan proses (pretreatment, treatment dan stabilisasi) dimana terjadi penurunan kandungan zat padat dan pemisahan komponen partikel dari zat cair. Penurunan kandungan zat padat dan pemisahan akan berpengaruh terhadap tingkat sidementasi dan bentuk komponen partikel yang lebih sederhana (Gegner, 2002). Penurunan nilai parameter BOD, COD (Gambar 4.5) diikuti parameter amonia, nitrit (Gambar 4.4) disebabkan proses, perlakuan fisik dan biologi secara terpadu dan perlakuan teknis operasional teknologi. Perlakuan teknologi yang diberikan pada tahap *treatment* dan *stabilisasi* (Tabel 4.2) bertujuan untuk mempercepat proses, dan mengatur jumlah komponen dan menjaga kondisi lingkungan. Perlakuan *aerasi* 3,3 jam akan berpengaruh terhadap bioaktivitas dan biodegradasi bahan organik oleh mikroorganisme terutama bakteri aerob. Perlakuan F/M 0,24-0,5 g/BOD/hari/g/MLSS akan berpengaruh terhadap keseimbangan jumlah makanan dan populasi mikroorganisme berdasarkan kebutuhan energi seperti: bakteri hetrotrof dan autotrof. Perlakuan waktu tinggal limbah 2-4 hari dan aliran limbah cair sebesar 35% berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen, jumlah zat makanan (bahan organik), waktu tinggal limbah dan akhirnya berpengaruh terhadap jumlah dan komponen unsur.

Kata kunci : Teknologi, kualitas hasil, produksi bahan baku

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair yang dihasilkan RSUP Sanglah sekitar 430 m³/hari berupa padatan terlarut, padatan tersuspensi, dan *Efluen* (cairan) merupakan potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan kembali (*recycling*). Jenis limbah cair rumah sakit termasuk jenis limbah domestik yang didominasi bahan organik berupa protein (65%), karbohidrat (25%), selebihnya lemak dan beberapa unsur logam (Askarian *et al.*, 2004). Menurut Caldwell (2001) Bahan baku pupuk harus mengandung bahan organik berupa karbohidrat dan protein yang cukup tinggi.

Limbah cair RSUP Sanglah bersumber dari hasil kegiatan medis dan non medis yang memakai bahan baku air, seperti: *laundry*, kantin, laboratorium dan fasilitas umum lainnya yang ditunjukkan oleh parameter *biological oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), *total suspended solid* (TSS), amonium, nitrat dan nitrit. Menurut Yowono (2008), bahan organik mengandung bakteri, protozoa, jamur, algae, bahan padat yang kaya protein dan unsur hara nitrogen.

Hampir semua komponen dan unsur yang terdapat dalam limbah cair sangat dibutuhkan tanaman untuk pembentukan dan berfungsinya jaringan. Tanaman pada umumnya mempunyai jaringan yang dibangun dari karbohidrat, lemak, protein, nucleoprotein dan beberapa enzim. Untuk berfungsinya jaringan tersebut diperlukan dalam jumlah banyak beberapa unsur mineral esensial seperti C, H, O, N, P, K, dan S (Pracaya, 2002).

Beberapa bahan baku pupuk yang berasal dari limbah cair domestik seperti: limbah cair rumah tangga, rumah sakit, hotel, restoran sudah banyak dimanfaatkan untuk tanaman. Hasil penelitian Budi-Prasetya dkk. (2009) tentang pengaruh bahan baku pupuk limbah cair domestik terhadap pertumbuhan tanaman sayuran sawi (*Brassica juncea L*) menunjukkan terjadi peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman sebesar 30% dibandingkan pupuk organik berstandar (Mitsuland). Hasil penelitian Ayub (2010) menunjukkan penggunaan limbah cair domestik sebagai pupuk mampu meningkatkan rata-rata pertumbuhan tanaman padi sekitar 11% di lahan sawah dibandingkan pupuk organik padat (kotoran sapi). Hasil observasi 28 subak di kota Denpasar dan di wilayah pemukiman menunjukkan bahwa masyarakat petani sudah memanfaatkan limbah cair sebatas penyiraman tanaman palawija seperti : sayur hijau, kangkung darat, bayam cabut, jagung, semangka dan cabai.

Limbah cair untuk dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya harus aman dan memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan (Pusstan, 2001). Untuk itu diperlukan proses penanganan limbah cair melalui tahapan proses, perlakuan fisik, kimia, biologi secara terpadu dan perlakuan teknis operasional secara biologi. Tujuan dari penanganan limbah cair tersebut untuk menghilangkan bahan pencemar, menyederhanakan komponen partikel dan unsur sehingga menjadi bentuk yang tersedia untuk tanaman dan sesuai standar baku mutu yang diinginkan. Hal ini sesuai dengan standar operasional teknologi pengolahan limbah cair (SOP) tujuan pemanfaatan yaitu aman, efisien dan ramah lingkungan.

Teknologi biodetox merupakan teknologi pengolahan limbah cair yang menggunakan prinsip biologi (*biological system*) yang telah diterapkan di RSUP Sanglah, dimana hasil pengolahan limbah cair sudah dimanfaatkan sebatas untuk penyiraman tanaman, Teknologi biodetox terdiri dari tahapan proses *pre treatment*, *treatment dan stabilisasi*. Setiap tahapan proses diberikan perlakuan fisik, kimia biologi secara terpadu melalui proses dekomposisi, fermentasi dan mineralisasi. Proses tersebut melibatkan

beberapa jenis mikroorganisme, sehingga diperlukan perlakuan biologi supaya tetap berlangsungnya proses tersebut. Perlakuan biologi yang dimaksud adalah mengkondisikan lingkungan limbah sehingga proses biologi tetap berlangsung seperti: penambahan oksigen bertujuan akan mempercepat proses biodegradasi bahan organik, pemberian jumlah makanan dan mikroorganisme (F/M rasio) akan memacu pertumbuhan dan bioaktivitas mikroorganisme, aliran limbah cair (*resirculation sludge*) akan mengoptimalkan lingkungan perairan terutama jumlah mikroorganisme, makanan, pH, suhu dan oksigen (Sugiharto, 1987).

Kelayakan limbah cair RSUP Sanglah untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik, perlu pengujian karakteristik limbah cair dan bahan baku pupuk hasil teknologi pengolahan limbah cair dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman. Untuk itu dilakukan pengujian laboratorium terhadap limbah cair rumah sakit pada masing-masing tahapan proses teknologi, kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu limbah cair melalui Permenkes RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990, standar mutu air golongan D Kepmen KLH No -02/MENKLH/1/ 1988 dan standar bahan baku pupuk hasil proses teknologi. Hal ini bertujuan untuk mencari konsep teknologi rumah sakit yang akan menghasilkan karakteristik dan bahan baku pupuk yang berpotensi aman dimanfaatkan dan sesuai standar baku mutu yang diinginkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan maka tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi dan mengkaji pengelolaan limbah cair yang dilakukan di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Sanglah. Secara lebih spesifik penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengetahui standar teknologi pengolahan limbah cair yang dipergunakan melalui analisis dan menguji tahapan proses perlakuan biologi.
- 2) Menganalisis variabel kualitas, karakteristik dan jumlah komponen limbah cair yang berpotensi aman dimanfaatkan dan memenuhi standar bahan baku pupuk.
- 3) Menguji kualitas hasil teknologi pengolahan limbah cair rumah sakit

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian meliputi:

- a. Pengembangan ilmu pertanian tentang bahan baku.
- b. Pengembangan ilmu pertanian berkelanjutan dalam memanfaatkan kembali limbah cair sebagai bahan baku.
- c. Menambah referensi teknologi dan peluang bagi pengelola limbah cair rumah sakit lainnya.

II.KERANGKA BERPIKIR, KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

2.1 Kerangka Berpikir

Berdasarkan teori dan kajian empiris, limbah cair selain mengandung bahan pencemar (Kepmen LH No. 58 tahun 1995) juga mengandung unsur yang bermanfaat (Emanuel *et al.*, 2001; Almuneef dan Afonso, 2003; Fairchild *et al.*, 2000). Limbah cair rumah sakit mempunyai karakteristik yang bisa dimanfaatkan, karena mengandung bahan organik berupa karbohidrat dan protein yang cukup tinggi (Mikhelsen, 2000; Martin *et al.*, 2000; Gegner, 2002; Chang, 1995 dan Chapman 1996). Proses pengolahan limbah cair secara biologi (*biological system*) adalah proses menginteraksikan bahan organik, oksigen dan air dengan melibatkan mikroorganisme berdasarkan kebutuhan oksigen (aerob dan anaerob) dan energi (heterotrof dan autotrof) berupa senyawa organik, senyawa anorganik dan CO₂ (Bareck *et al.*, 1998; Chitnis *et al.*, 2003; Pauwels dan Vertraete, 2006).

Penggunaan teknologi yang menekankan perlakuan biologi seperti: biofilter, biosave, lagoon, lumpur aktif mampu menurunkan bahan pencemar 60%- 80% dan memenuhi standar bahan baku yang diinginkan (Hammer 2001; Nugroho, 1996; Pusstan, 2003). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan baku limbah cair bisa dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan meningkatkan hasil 30%-45% dibandingkan pupuk yang berstandar (Caldwell, 2001; Ayub, 2010, Budi-Prasetya dkk., 2009). Limbah cair pada level tertentu juga dapat menyebabkan peningkatan suhu, pH dan salinitas yang akan menyebabkan kenaikan kadar garam terlarut dan terhambatnya reaksi enzimatik, substrat, respirasi dan terhentinya inti sel (Simmon *et al.*, 2009; Qodir *et al.*, 2010). Untuk aman dimanfaatkan dan memenuhi standar baku mutu harus melalui rangkaian tahapan proses pengolahan limbah cair yang menggunakan teknologi biodetox.

2.2 Konsep Penelitian

Hasil observasi di RSUP Sanglah di Denpasar Bali, khususnya wilayah instalasi pengolahan limbah cair (IPAL) menunjukkan bahwa limbah cair RSUP Sanglah dikelola dengan menggunakan teknologi biodetox dan hasilnya sudah dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman. Dari hasil observasi tersebut kemudian dilakukan pengujian dengan konsep penelitian yang meliputi: penelitian tahap pertama proses teknologi yaitu mengidentifikasi tahapan proses (*pretreatment, treatment* dan *stabilisasi*) dan mengukur perlakuan teknis operasional teknologi (oksigen, F/M, tekanan air) kemudian dibandingkan dengan standar operasional teknologi tujuan untuk mencari konsep teknologi. Penelitian tahap kedua potensi limbah cair yaitu mengukur variabel kualitas, karakteristik dan jumlah komponen bahan baku pupuk kemudian dibandingkan dengan standar bahan baku pupuk bertujuan untuk mencari potensi bahan baku pupuk.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan kajian teoritis, deskripsi dan analisis variabel hasil penelitian yang mempunyai relevansi terhadap permasalahan yang akan diteliti, peneliti membuat suatu hipotesis antara lain :

1. Proses teknologi pengolahan limbah cair RSUP Sanglah sudah memenuhi standar operasional teknologi.
2. Potensi limbah cair RSUP Sanglah ditinjau dari kualitas dan karakteristik sudah memenuhi standar bahan baku pupuk.
3. Bahan baku pupuk hasil teknologi pengolahan limbah cair berpotensi untuk dimanfaatkan kembali.

III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian eksperimen ini dilaksanakan untuk menguji karakteristik limbah cair dan produksi bahan baku pupuk organik. Proses teknologi diuji dengan menggunakan metode *diskriptif comparative* (analisis dan perbandingan) yaitu menganalisis variabel proses perlakuan teknologi secara biologi. Hasil uji laboratorium limbah cair pada setiap tahapan proses perlakuan (*pre treatment*, *treatment* dan *stabilisasi*), selanjutnya dilakukan perbandingan dengan standar baku mutu yang aman dimanfaatkan Permenkes RI Nomor: 416/MENKES/PER/IX/1990 dan standar mutu air golongan D Kepmen. KLH No - 02/MENKLH/1/ 1988.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah instalasi pengolahan limbah cair (IPAL) Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah (RSUP) di Denpasar Bali. Pengujian sampel limbah cair dilakukan di beberapa laboratorium yang telah bersertifikasi seperti: laboratorium RSUP Sanglah, laboratorium Forensik Polda Bali, Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada.

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu : penelitian lapangan (pengambilan sampel), penelitian laboratorium (pengujian sampel),

Penelitian lapangan dilakukan mulai tanggal 5 Mei 2013 dilanjutkan tanggal 28 Desember 2013, uji laboratorium mulai tanggal 20 Mei 2013 dilanjutkan 20 April 2014.

3.3 Ruang Lingkup Penelitian

3.3.1 Proses teknologi

1. Tahapan proses perlakuan (*pre treatment* , *treatment* , *stabilisasi*)
2. Perlakuan biologi (pH, suhu, oksigen, F/M, *Resirculation sludge*)

3.3.2 Potensi limbah cair

1. Kualitas limbah cair pada masing–masing tahapan proses perlakuan.
2. Karakteristik limbah cair pada tahap *stabilisasi*.
3. Jumlah komponen bahan baku pupuk.

3.5 Variabel Penelitian

Penelitian ini meliputi tiga aspek yaitu : proses teknologi, potensi limbah cair. Variabel penelitian seperti dibawah ini.

3.5.1 Variabel proses teknologi

1. *Pre treatment* , *treatment* , *stabilisasi* (tahapan proses).
2. Oksigen, F/M, tekanan air (perlakuan biologi).

3.5.2 Variabel potensi limbah cair

1. Sifat fisik, kimia, biologi (kualitas limbah.cair).
2. BOD, COD, TSS, amonium, nitrat, nitrat (karakteristik limbah cair).
3. Padatan tersuspensi, padatan terlarut, *Efluen* (bahan baku pupuk).

3.6 Bahan dan Alat

Bahan dan alat penelitian yaitu sampel limbah cair pada tiga tahapan proses (tahap *pre treatment*, *treatment* dan *stabilisasi*).

Bahan yang digunakan dalam penelitian limbah cair adalah bahan kimia larutan buffer, KMnO_4 , aquades, styrofoam box, dan es balok, sampel tanah pada jarak 0,5 dan 1 meter dari rumah sakit.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil observasi menunjukkan limbah cair RSUP Sanglah dikelola dengan menggunakan teknologi biodetox dan hasil olahannya dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman. Jumlah limbah cair yang dikelola sebanyak 430 m³/hari. Diperkirakan 4.500 orang memanfaatkan 500.000 liter/hari air bersih, 86% kemudian menjadi limbah. Gambaran umum RSUP Sanglah pada Tabel 4.1

Tabel 4.1
Gambaran umum RSUP Sanglah

No	Deskripsi	Besaran	Satuan	Keterangan
1	Luas Lahan	13,3	Ha	
2	Luas Bangunan	68,7632	m ²	
3	Jumlah Tempat Tidur	696	TT	Tempat Tidur
4	BOR (Bed Occupancy Rate)	52.93	%	Desember 2009
5	Jumlah Pasien Rawat Jalan/Hari	1.342	Orang	Desember 2009
6	Jumlah Karyawan	2.530	Orang	Desember 2009
7	Konsumsi Air Per Hari	5.000	m ³ /hari	Desember 2009
8	Penggunaan Daya Listrik	3.521	KWH	Rata-rata/hari
9	Kapasitas IPAL/Jam	129	m ³ /jam	
10	Kapasitas Incinerator	1	m ³ /jam	

Sumber: RSUP Sanglah, Desember 2009

Produksi 430 m³/hari Limbah cair per hari, sedangkan kapasitas terpasang IPAL RSUP Sanglah sebesar 129 m³/jam. Limbah cair bersumber dari kegiatan non medis seperti: kamar mandi laundry, dapur, tempat cuci. Kegiatan medis seperti: laboratorium, radiologi, farmasi, dapur gizi, kamar jenazah. Sumber lainnya adalah : ruang sterilisasi, ruang anastesi, ruang rawat inap, rawat jalan, rawat darurat, rawat intensif, termodialisa, bedah sentral.

4.2 Proses Teknologi

4.2.1 Tahapan proses

Berdasarkan rangkaian proses teknologi biodetox terdapat tahapan proses *pre treatment*, dimana limbah cair yang berasal dari kegiatan *laundry*, dapur, kantin, laboratorium, ditampung dalam kolam *equalizer anaerob* disini terjadi homogenitas komponen limbah cair. Kemudian limbah cair diteruskan ke kolam konvensional disini terjadi proses pemisahan komponen partikel yaitu penyederhanaan dan penguraian komponen partikel limbah cair oleh mikroorganisme menjadi bentuk yang lebih sederhana.

Pada tahap proses *treatment*, limbah cair yang berasal dari kolam konvensional dimasukkan kedalam kolam *aerasi* disini limbah cair kontak dengan udara, dimana mikroorganisme akan mengubah kandungan organik menjadi anorganik melalui proses fermentasi sekaligus menghilangkan bahan pencemar seperti hidrogen sulfat (H₂S), metana (CH₄), amonia (NH₃), penurunan jumlah karbon dioksida dan berbagai senyawa organik yang bersifat *volatil* (menguap) yang berkaitan dengan rasa dan bau.

Pada tahap *stabilisasi*, limbah cair yang telah mengalami proses penghilangan

bahan pencemar dan dalam bentuk senyawa yang lebih sederhana dimasukkan kedalam kolam stagnasi bertujuan untuk menstabilkan komponen unsur limbah cair dan memberikan kesempatan mikroorganisme makroflora dan makrofauna seperti Alga, jamur, fungi protozoa, dan bakteri mendegradasi masa yang kecil menjadi bentuk yang tersedia untuk tanaman.

4.2.2 Perlakuan fisik, kimia, biologi

Hasil analisis terhadap setiap tahapan proses menunjukkan terjadi perlakuan fisik, kimia dan biologi secara terpadu. Perlakuan fisik, seperti: penyaringan (*filtrasi*), pengendapan (*sedimentasi*) bertujuan untuk memperoleh ukuran partikel limbah cair yang lebih sederhana. Perlakuan kimia seperti: pemberian *desinfektan* diberikan diluar tahapan proses bertujuan menghilangkan bahan pencemar. Perlakuan biologi seperti: mengatur sejumlah makanan dan mikroorganisme (F/M rasio) yang terdapat pada komposisi limbah cair ke masing-masing tahapan proses yang bertujuan untuk mengkondisikan lingkungan supaya proses biodegradasi yang melibatkan mikroorganisme tetap berlangsung.

4.2.3 Perlakuan biologi

Menurut Pauwel (2006) yang dimaksud perlakuan biologi adalah mengkondisikan lingkungan limbah sehingga proses biologi tetap berlangsung. Kondisi lingkungan limbah menyangkut keseimbangan antara jumlah makanan dan mikroorganisme (F/M rasio), ketersediaan oksigen, pH, suhu. Standar teknis operasional yang menekankan prinsip biologi adalah pemberian oksigen (periode *aerasi*) melalui aerator, pemberian jumlah makanan dan mikroorganisme (F/M), mengatur kecepatan aliran limbah cair (*resirculation sludge*) dan mengatur waktu tinggal limbah cair pada setiap tahapan proses.

1. Periode pemberian oksigen (*aerasi*)

Pemberian oksigen yang diberikan selama 3 jam/hari mampu menurunkan tingkat BOD sebesar 88% dari beban BOD $577 \text{ g/m}^3/\text{hari}$ pada proses operasional teknologi limbah cair RSUP Sanglah (Tabel 4.2). Standar operasional teknologi pengolahan limbah cair dengan beban BOD sebesar $500\text{-}800 \text{ g/m}^3/\text{hari}$ diberikan perlakuan oksigen (*aerasi*) selama 6-9 jam/hari.

2. Makanan dan populasi mikroorganisme (F/M rasio).

Perbandingan jumlah makanan dan populasi mikroorganisme sebesar 0,2-0,5 g/BOD/hari/g/MLSS yang diberikan berupa lumpur sudah mampu menjaga tetap berlangsungnya proses biologi (dekomposisi, fermentasi, mineralisasi) dan sesuai standar operasional yang ditetapkan (Tabel 4.2), hal ini akan berpengaruh terhadap keseimbangan lingkungan dimana limbah cair berinteraksi dengan mikroorganisme dalam menguraikan bahan pencemar. Menurut BPPT (1996) rasio ini berkisar antara $0,05\text{-}1,00 \text{ g/BOD/hari/g/MLSS}$ dengan rasio umum antara $0,3\text{-}0,5 \text{ g/BOD/hari/g/MLSS}$.

3. Waktu tinggal limbah cair (*umur sludge*)

Lamanya waktu tinggal limbah cair sekitar 2-4 hari pada tahapan proses akan berpengaruh terhadap kualitas padatan terlarut, padatan tersuspensi dan koloidal yang masih berada pada tahapan proses dan akhirnya berpengaruh terhadap kualitas total padatan. Tingkat ketersediaan unsur dalam limbah cair tergantung dari padatan

tersuspensi dalam efluen dan karakteristik limbah cair. Sedangkan waktu tinggal limbah cair (*sludge*) diharapkan 5-10 hari.

4. Kecepatan aliran limbah cair (*resirculation sludge*)

Kecepatan aliran limbah cair yang diberikan pada teknologi biodetox akan berpengaruh terhadap nilai total padatan, tingkat penurunan bahan pencemar dan tingkat penurunan BOD (Tabel 4.2), ini juga akan berpengaruh terhadap kondisi lingkungan terutama ketersediaan oksigen, suhu dan pH yang terdapat pada tahapan proses. Kecepatan aliran limbah cair juga berpengaruh terhadap keseimbangan jumlah makanan dan mikroorganisme (rasio F/M). Standar kecepatan aliran limbah cair untuk menghilangkan bahan pencemar sebesar 95% (Tabel 4.2).

5. Efisiensi bahan organik (BOD).

Penurunan jumlah bahan pencemar organik diperoleh sebesar 78%, ini menunjukkan penurunan jumlah bahan organik yang terikat padatan. Bahan organik yang diharapkan untuk bahan baku pupuk kurang dari 82%. Bahan organik akan berpengaruh terhadap F/M rasio, kualitas dan karakteristik limbah cair. Dari tahapan proses dan perlakuan fisik, kimia dan biologi akan menghasilkan kualitas dan karakteristik lumpur (*sludge*) yang berpotensi bisa dimanfaatkan untuk bahan baku pupuk.

4.3 Potensi Limbah Cair

Berdasarkan analisis zat padat limbah cair RSUP Sanglah menunjukkan dari jumlah limbah cair sekitar 430 m³/hari diperoleh komponen limbah cair yang terdiri dari: zat padat 599 mg/l, padatan tersuspensi *Influen* 100 mg/l, BOD *Influen* 173 mg/l yang diperoleh pada kolam aerasi, kolam sidementasi dan kolam akhir pembuangan. Melalui rangkaian proses teknologi biodetox mampu menghasilkan bahan baku pupuk sebesar 8,6 kg/hari dengan kandungan unsur nitrogen 5,250 kg/hari dan unsur fosfor 1,05 kg/hari yang diperoleh dari perbandingan kebutuhan makanan mikroorganisme dengan perbandingan BOD: N: P = 100: 5:1.

4.3.2 Karakteristik limbah cair RSUP Sanglah

Karakteristik limbah cair RSUP sanglah adalah nilai kandungan bahan organik berupa karbohidrat dan protein (Pauwels dan Verstraete, 2006). Mesdaghinia (2009) menyatakan bahwa karakteristik merupakan nilai kandungan unsur yang mendominasi kualitas limbah cair. Parameter limbah cair yang diambil pada kolam stabilisasi (stasiun C) dan standar bahan baku pupuk ditunjukkan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3

Karakteristik limbah cair dan standar bahan baku pupuk yang diambil pada kolam stabilisasi

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran	Standar Baku Mutu Bahan Baku Pupuk (Hammer, 2001)
Suhu	⁰ C	28,90 ⁰ C	30 ⁰ C
pH	-	7,0	6,0- 9,0

TSS	mg/l	25,83	5-50
BOD	mg/l	22,63	10-20
COD	mg/l	47	50-100
Amonia	mg/l	0,17	42,11
Fosfat	mg/l	74,82	0,1-30
Logam Berat	-	0	Hg <0,001 , Cd < 0,01
Hg,Cd,Ni		0	Ni < 0,02- 0,1
Total Bakteri	MPN/100 ml	24,00	30 /100 ml

4.3.3 Jumlah bahan organik

Bahan organik yang dimaksud adalah bahan organik berdasarkan derajat pelapukan dalam volume kolam aerasi 129 m³ berupa total padatan yang masuk proses (*influen*), padatan tersuspensi yang masuk proses (*influen*) dan bahan organik yang masuk proses (BOD *influen*). Total padatan yang keluar proses (*efluen*), padatan tersuspensi yang keluar proses (*efluen*) dan bahan organik yang keluar proses (BOD *efluen*). Bahan organik yang bersumber dari komponen partikel yang diambil pada volume kolam aerasi disajikan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4
Data hasil pengukuran zat padat limbah cair

Deskripsi	Besaran	Satuan
Jumlah limbah cair	430	m ³ /hari
Volume kolam aerasi	129	m ³
Total padatan <i>Influen</i>	500	mg/l
Padatan tersuspensi <i>Influen</i>	100	mg/l
BOD <i>Influen</i>	173	mg/l
Padatan tersuspensi <i>Efluen</i>	22	mg/l
BOD <i>Efluen</i>	20	mg/l
MLSS	37,41	mg/l

1. Tingkat efisiensi komponen limbah cair

Gambar A dan B menunjukkan perubahan fisik limbah cair akibat penurunan bentuk dan ukuran komponen partikel limbah cair sebesar 88% berdasarkan bahan organik yang masuk sebesar 173 mg/l menjadi 20 mg/l (Tabel 4.4). Perubahan fisik akibat penurunan bentuk dan ukuran partikel padatan tersuspensi sebesar 78 % berdasarkan padatan tersuspensi yang masuk sebesar 100 mg/l menjadi 22 mg/l (Tabel 4.4). Gambar D menunjukka perubahan fisik padatan terlarut setelah dikering oven dengan suhu 105 °C.

2. Produksi bahan baku pupuk

Dari perhitungan teknis proses teknologi pengolahan limbah cair Biodetox dengan jumlah limbah cair RSUP Sanglah sekitar 430 m³/hari diperoleh bahan baku pupuk berupa lumpur (*sludge*) sebesar 8,6 kg/hari (Lampiran 10). Berdasarkan perhitungan teknis yang diperoleh dari volume kolam *aerasi* 129 m³, total padatan *Influen* 500 mg/l, padatan tersuspensi *Influen* 100 mg/l, BOD *Influen* 173 mg/l dan jumlah MLSS 37,41 mg/l (Lampiran 10).

3. Produksi kandungan unsur

Produksi kandungan unsur dalam bahan baku pupuk diperoleh dari pendekatan perbandingan kebutuhan nutrient oleh mikroorganisme dengan perbandingan BOD:N:P = 100:5:1, sehingga diperoleh nilai kebutuhan N per hari sebagai berikut: Total kebutuhan N/hari adalah 430 m³/hari x 25 x 1000 l/ m³ x 10⁶ kg/mg menjadi 5,250 kg/hari, sehingga kebutuhan P/hari menjadi 5,250 kg dibagi 5 adalah 1,05 kg/hari (Sumber Perhitungan : BPPT, 1991, Nugroho, 1996 dan Kasmidjo,1996).

Hasil uji laboratorium terhadap lumpur (*sludge*) diperoleh kandungan unsur hara makro dan mikro yaitu nitrogen 1,97%, fosfor 0,78%, kalium 0,43%, kalsium 0,48%, sulfur 0,33%, magnesium 0,19%, besi 236 ppm, aluminium 211 ppm, mangan 18,8 ppm, molybdenum 2,18 ppm dan positif mengandung asam amino, hormon dan mikroorganisme.

4.7 Pembahasan.

berdasarkan uji laboratorium menunjukkan bahwa limbah cair yang berasal dari kegiatan RSUP Sanglah di Denpasar Bali, termasuk jenis limbah cair domestik. Limbah cair domestik didominasi kandungan bahan organik berupa protein dan karbohidrat yang ditunjukkan oleh parameter BOD (22,63 mg/l), COD (47 mg/l), TSS (25.83 mg/l), amonia (0,17 mg/l), nitrat (4 mg/l) dan nitrit (0,20 mg/l). Bahan-bahan ini bersumber dari kegiatan medis dan non medis RSUP Sanglah. Bahan baku pupuk harus mengandung bahan organik berupa karbohidrat dan protein (Caldwel, 2001)

Hasil analisis terhadap tahapan proses perlakuan teknologi biodetox menunjukkan bahwa teknologi tersebut sudah memenuhi standar operasional yaitu menekankan prinsip biologi dengan konsep pemanfaatan dan hasil kualitas limbah aman, efisien, ramah lingkungan. Hal ini terlihat dari kualitas limbah cair yang dihasilkan sudah memenuhi standar baku mutu dan aman dimanfaatkan terutama pada tahap *stabilisasi* (stasiun C) dan tahap akhir pembuangan (stasiun D) melalui Permenkes RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 dan standar mutu air golongan D Kepmen KLH No - 02/MENKLH/1/ 1988, juga karakteristik limbah cair yang dihasilkan sudah memenuhi standar bahan baku pupuk yang ditetapkan terutama pada tahap *stabilisasi*.

Menurunnya nilai kekeruhan, padatan terlarut dan padatan tersuspensi (Gambar 4.2a, 4.2b) diakibatkan perlakuan tahapan proses (pretreatment, treatment dan stabilisasi) dimana terjadi penurunan kandungan zat padat dan pemisahan komponen partikel dari zat cair. Penurunan kandungan zat padat dan pemisahan akan berpengaruh terhadap tingkat sidementasi dan bentuk komponen partikel yang lebih sederhana (Gegner, 2002). Penurunan nilai parameter BOD,COD (Gambar 4.5) diikuti parameter amonia, nitrit (Gambar 4.4) disebabkan proses, perlakuan fisik dan biologi secara terpadu dan perlakuan teknis operasional teknologi. Perlakuan teknologi yang diberikan pada tahap *treatment* dan *stabilisasi* (Tabel 4.2) bertujuan untuk mempercepat proses, dan mengatur jumlah komponen dan menjaga kondisi lingkungan. Perlakuan *aerasi* 3,3 jam akan berpengaruh terhadap bioaktivitas dan biodegradasi bahan organik oleh mikroorganisme

terutama bakteri aerob. Perlakuan F/M 0,24-0,5 g/BOD/hari/g/MLSS akan berpengaruh terhadap keseimbangan jumlah makanan dan populasi mikroorganisme berdasarkan kebutuhan energi seperti: bakteri heterotrof dan autotrof. Perlakuan waktu tinggal limbah 2-4 hari dan aliran limbah cair sebesar 35% berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen, jumlah zat makanan (bahan organik), waktu tinggal limbah dan akhirnya berpengaruh terhadap jumlah dan komponen unsur.

Menurut Pauwels dan Verstraete (2006) menyatakan bahwa pengaturan kecepatan aliran limbah cair dan waktu tinggal limbah akan mempengaruhi terhadap kualitas, karakteristik, jumlah lumpur (*sludge*) dan kondisi lingkungan seperti: ketersediaan oksigen, suhu, dan pH. Standar perlakuan aliran limbah cair (*resirculation sludge*) 50-60% dan umur *sludge* standar 6-10 hari dengan jumlah limbah cair > 1500 m³ (BPPT, 1996). Hal ini didukung hasil penelitian Kasmidjo (1991) menunjukkan limbah dengan tingkat BOD > 1900 dengan perlakuan aliran limbah cair (*resirculation sludge*) 50% akan dapat menurunkan nilai BOD sekitar 98-95% dan mempertahankan kandungan BOD terlarut 50 ppm. Perlakuan teknologi yang diberikan pada tahap *treatment* dan *stabilisasi* (Tabel 4.2) bertujuan untuk mempercepat proses, karena jumlah limbah cukup besar dan tingkat pencemaran tinggi. Hasil penelitian Murachman (2005) menunjukkan bahwa pemberian oksigen (DO) sebesar 0,8-4,0 mg/l dapat meningkatkan bioaktivitas mikroorganisme untuk menekan unsur CH₄, H₂S dan CO₂ sekitar 60%-80%.

Komponen unsur yang terdapat pada komposisi limbah cair seperti suhu, pH, DO, sulfida, klorida dan mikroorganisme juga mampu menekan dan menyederhanakan bahan pencemar organik dan anorganik (Kienholz *et al.*, 2000). Suhu meningkat akan mempercepat reaksi enzimatik sehingga meningkatkan bioaktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan pencemar, sedangkan peningkatan pH akan mempercepat proses dekomposisi bahan organik (BOD, COD) oleh mikroorganisme (Heider dan Rabus, 2008). Sulfida dalam jumlah tertentu akan dapat mengikat molekul menjadi flok dan dapat menurunkan nilai kekeruhan sekitar 35- 60% (Barek *et al.*, 1998). Unsur klorida melalui proses klorinasi akan dapat mengumpalkan (*flokulasi*) komponen unsur dan membunuh bakteri patogen (Kumar *et al.*, 2006).

Terbukti dengan jumlah limbah cair RSUP Sanglah sekitar 430 m³/hari yang terdiri dari: zat padat 599 mg/l, padatan tersuspensi 100 mg/l, BOD 173 mg/l, MLSS 37,41 mg/l. Melalui rangkaian proses teknologi biodetox mampu menghasilkan bahan baku pupuk sebesar 8,6 kg/hari dengan kadar nitrogen 61% (5,25 kg/hari), kadar fosfor 12% (1,05 kg/hari) dalam bentuk lumpur (*sludge*) dan sudah memenuhi standar baku mutu. Peningkatan padatan tersuspensi dalam cairan (*Efluen*) akan mengakibatkan meningkatnya kandungan dan kadar unsur (Mulveney *et al.*, 2001).

Hasil uji laboratorium terhadap lumpur (*sludge*) diperoleh kandungan unsur hara makro dan mikro yaitu nitrogen 1,97%, fosfor 0,78%, kalium 0,43%, kalsium 0,48%, sulfur 0,33%, magnesium 0,19%, besi 236 ppm, aluminium 211 ppm, mangan 18,8 ppm, molybdenum 2,18 ppm dan positif mengandung asam amino, hormon dan mikroorganisme. Menurut Harker *et al.*, (2000) kebutuhan zat makanan oleh mikroorganisme berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara pada komposisi limbah cair. Yowono (2008) mengatakan bahwa kandungan unsur dan mikroorganisme paling banyak terdapat pada komponen padatan tersuspensi TSS (*total suspended solid*).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Proses teknologi pengolahan limbah cair RSUP Sanglah yang menggunakan teknologi biodetox sudah memenuhi standar operasional dengan konsep pemanfaatan.
2. Limbah cair RSUP Sanglah ditinjau dari aspek kualitas dan karakteristik sudah aman dan berpotensi dimanfaatkan untuk bahan baku pupuk.

5.2 Saran

1. Diharapkan seluruh rumah sakit menggunakan teknologi pengolahan limbah cair biodetox karena sudah memenuhi standar operasional (SOP).
2. Sebelum memanfaatkan limbah cair harus dilakukan suatu penanganan melalui suatu sistem teknologi pengolahan limbah cair.
3. Penggunaan bahan baku pupuk limbah cair RSUP Sanglah harus memperhatikan dosis, komoditas tanaman dan kesesuaian lahan.
4. Perlu penelitian lanjutan untuk menjadikan bahan baku pupuk limbah cair RSUP Sanglah sebagai pupuk yang berstandar.



DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Gawad, H.A., and Aly, A.M. 2011. Assesment of Aquatic Environmental for Wastewater Management Quality in the Hospitals: a Case Study. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*; 5(7): 474-782, ISSN 1991-8178.
- Alaert, G, dan Sumestri, S. 1987. *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional Surabaya.
- Almuneef, M., Memish, Z.A. 2003. Effective medical waste management: It can be done. *Amerikan Journal of infection Control*; Vol.31, No.3: 188-192.
- Alvin-Ferraz, M.C.M., Afonso, S.A.V. 2003. Incineration of Different Types of Medical Wastes: Emission factors for particulate matter and heavy metals. *Journal Environmental Science & Technology*; Vol.37, No. 14: 3152-3157.
- Askarian, M., Vakili, M., Kabir, G. 2004. Results of a hospital waste survey in private hospitals n Fars province, Iran. *Journal Waste Management*; Vol.24, No.4: 347-352.
- Barek, J., Cvaka, J., Zima, J., Meo, M.D., Laget, M., Michelon, J., Castegnaro, M. 1998. Chemical Degradation of Wastes of Antineoplastic Agents Amsacrine, Azathioprice, Asparaginase and Thiotepa. *Journal the Animals of Occupationa Hygiene*; Vol.42, No.4: 259-266.
- Budi Prasetya, Syahrul Kurniawan, M Febriningsih, 2009. Application of Liquid Fertilizer on N uptake and Growth of Brassica Juncea L., at Entisols. *Agritek*; Vol., 17 No 5: ISSN 0852-5426.
- Chang, Y. 1995. Centralized Incineration *treatment* of Infectious Waste for Regional Hospital in Taiwan. *Journal Waste Management & Research*; Vol.13 : 241-257.
- Chitnis, V., Chitnis, S., Patil, S., Chitnis, D. 2003. *treatment* of discarded blood units: Disinfetion with Hypochlorite/Formalin versus Steam Sterilization. *Indian Journal of Medical Microbiology*; Vol.21, No.4 : 265-267.
- Chitnis, V., Vaidya, K., and Chitnis, D.S. 2005. Biomedical Waste in Laboratory Medicine: Audit and Management. *Indian Journal of Medical Microbiology*; Vol.23, No. 1: 6-13.
- Caldwell, B. 2001. How can Organik Vegetable Growers Increase Soil Organik Matter without Overlodng the Soil with Nutrients. *Small farmer's Journal*. Vol. 25, No 3 : 223 – 23.
- Ekhaise. F.O., and Omavwoya. B.P. 2008. *Influence* of Hospital Wastewater Discharged from University of Benin Teaching Hospital (UBTH), Benin City on its Receiving Environment. *American-Eurasian Journal.Agric. & Environ. Sci.*; 4(4): 484-488, ISSN 1818-6769.

- Emmanuel, E, Blanchad, JM., Keck,G., Perrodin,Y. 2001. *Effects of Hospital Wasterwater on aquatic Ecosistem XXVIII*. Congerreso Interamecano de Ingeria Sanitaria Ambiental Cancun. Mexico.
- Fairchild, G.I., Barry, D.A.J., Goss, M.J., Hamill, A.S., Lafrance,P., Milburn, P.H., Simard, R.R., Zebarth, B.J. 2000. *Groundwater Quality*. In *The Health of Our Water Toward Sustainable Agriculture in Canada*. Ed. Coote, D.R. and Gregorich, L.J. Research Branch Agriculture and Agri-Food Canada. Publ. 2020/E.
- Hammer, M.J. Jr. 2001 *Water and Wastewater Technology*. Prentice-Hall: New Jersey.
- Harker, D.B., Chambers, P.A., Crowe, A.S., Fairchild, G.L., and Kienholz, E. 2000. *Understanding Water Quality*. In *The health of Our Water Toward Sustainable Agricultur and Agri-Food Canada*. Publ. 2020/E.
- Hendricky, C., Lambert, R., Sauvenier, X., and Peeters, A. 2005. Sustainable Nitrogen Management in Agriculture : An Action Programe towards Protecting Water Resources in Alwoon Religon (Belgium). *Paper presented on OECD Workshop on Agriculture and Water*. Sustainability, Markets and Policies: Australia.
- Heider J. And Rabus, R. 2008. Genomic Insights in The Anerabic Biodegradation of Organic Pollutans. *Microbial Degradaton; Genomic and Molecular Biology*: Caister Academic Press.
- Kumar, G.A., Kumar, S., Sabumon P.C. 2006. Preliminary Study of Physico-Chemical *treatment* Options for Hospital Wastewater. *Journal of Environmental Management; Vollore Tamil Nadu: India*.
- Kienholz,. E. F. Croteau, G.L. Fairchild, G.K. Guzzwell, D.I. Masse, and T.W. van der Gulik. 2000. Water Use. In *The health of Our Water Toward Sustainable Agriculture in Canada*. *Research Branch Agriculture and Agri-Food Canada*: Publ. 2020/E.
- Lovley, D.R. 2003. Cleaning up with Genomic, Applying Molecular Biology to Bioremediation. *Nature Reviews; Microbiology*.
- Lestari, D.E., Utomo, S.B., Sunarko, Virkyanov. 2008. "Pengaruh Penambahan Biosida Pengoksidasi Terhadap Kandungan Klorin untuk Pengendalian Pertumbuhan Mikroorganisme pada Air Pendingin Sekunder RSG-Gas" (*tesis*). Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN. Kawasan Puspitek Serpon. Tangerang. Banten.
- Martin, F.R.J., Bootsma,A., Coote,D.R., Fairley, B.G., Gregorich,L.J., Lebedin,J., Milburn, P.H., Stewart, B.J., and T.W. Van Der Gulik, T.W. 2000. Canada's Rural Water Recources. In *The healt of Our Water Toward Sustainable Agriculture in Canada* Ed. Coote, D.R. and Gregorich, L.J. *Research Branch Agriculture and Agri-Food Canada*; Publ. 2020/E.

PERTANIAN

HASIL PENELITIAN
HASIL PROSES TEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH CAIR
SECARA BIOLOGI TERHADAP KUALITAS DAN PRODUKSI BAHAN
BAKU PUPUK



OLEH :

Dr. Ir. Ketut Irianto, Msi
NIP.19651018992031002

GUNA WIDYA SEWAKA NAGARA

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS WARMADewa

DENPASAR

2014