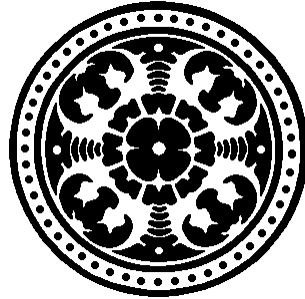


KODE/NAMA BIDANG ILMU:
359/KESEHATAN LINGKUNGAN

**LAPORAN
PENELITIAN DOSEN MUDA**



**PENGOLAHAN AIR LIMBAH BINATU (*LAUNDRY*) DENGAN
MENGUNAKAN METODE LAHAN BASAH
BUATAN
(*HORIZONTAL SUB SURFACE FLOW CONSTRUCTED
WETLANDS*)**

Oleh:

I Gede Herry Purnama, ST., MT., MIDEA. (NIDN. 0015027605)

Sang Gede Purnama, SKM., M.Sc (NIDN. 0011098401)

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS UDAYANA
NOVEMBER 2015**

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DOSEN MUDA**

Judul Penelitian : Pengolahan Air Limbah Binatu (Laundry) Dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan (Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands)

Bidang Ilmu : Kesehatan Lingkungan

Ketua Peneliti :

a. Nama Lengkap : I Gede Herry Purnama, ST., MT., MIDEA
b. NIP/NIDN : 197602152000031004/0015027605
c. Pangkat/Gol : Penata/IIIc
d. Jabatan Fungsional/Struktural : Asisten Ahli
e. Pengalaman Penelitian : *Terlampir dalam CV*
f. Program Studi/Jurusan : Ilmu Kesehatan Masyarakat
g. Fakultas : Kedokteran
h. Alamat Rumah/HP : Jl. Gn. Mas, Gg. Kidul No. 10
i. Email : patjoel@yahoo.com

Jumlah Tim Peneliti : 2 (dua) orang

Pembimbing

a. Nama Lengkap : Ir. I Nengah Sujaya, M.Agr.Sc., Ph.D
b. NIP/NIDN : 196612311993111002
c. Pangkat/Gol : Penata/IIIc
d. Jabatan Fungsional/Struktural : Lektor Kepala
e. Pengalaman Penelitian : *Terlampir dalam CV*
f. Program Studi/Jurusan : Ilmu Kesehatan Masyarakat
g. Fakultas : Kedokteran

Lokasi Penelitian : Jl. Poh Gading I No. 1, Jimbaran

Kerjasama (Jika Ada)

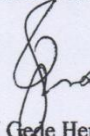
a. Nama Instansi : Eka Laundry
b. Alamat : Jl. Poh Gading I No. 1, Jimbaran

Jangka Waktu Penelitian : 6 (enam) Bulan

Biaya Penelitian :

Denpasar, 16 Januari 2015

Ketua Peneliti,



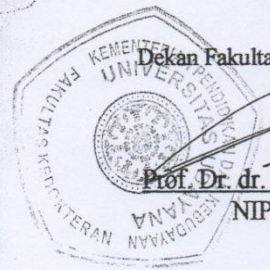
I Gede Herry Purnama, ST., MT., MIDEA
NIP. 197602152000031004

Mengetahui,
Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat,

Prof. Putu Ayu Swandewi Astuti, MPH
NIP. 197608182003122003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana


Prof. Dr. dr. Putu Astawa, Sp.OT(K), M.Kes
NIP.195301311980031004

RINGKASAN

Air limbah detergen yang dihasilkan dari usaha Binatu (*Laundry*) termasuk polutan atau zat yang mencemari lingkungan. Bahan aktif yang banyak terkandung pada pelembut pakaian dan deterjen adalah *kwaterner ammonium klorida*, *LAS*, *sodium dodecyl benzene sulfonate*, *natrium karbonat*, *natrium fosfat*, *alkilbenzena sulfonate*. Bahan-bahan tersebut merupakan bahan yang ramah lingkungan dan *biodegradable*. Namun bila keberadaannya di badan air berlebihan, limbah Binatu berpotensi mencemari badan air dan lingkungan sekitarnya. Saat ini hampir semua air limbah yang dihasilkan dari usaha Binatu skala kecil langsung dibuang ke lingkungan dan atau badan air umum tanpa melalui proses pengolahan sebelumnya. Berbagai metode atau proses dapat diterapkan untuk mengolah air limbah usaha Binatu tersebut, salah satunya adalah dengan metode adsorpsi dan filtrasi dengan menggunakan Metode Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas proses pengolahan air limbah Binatu dengan menggunakan salah satu metode dalam Metode Lahan Basah Buatan, yaitu dengan Metode Lahan Basah Buatan Pengaliran Horizontal atau *Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands* untuk menurunkan kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solids*) pada air limbah Binatu. Pengolahan pendahuluan dilakukan dengan proses Pengendapan/Sedimentasi. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental skala laboratorium dengan penyesuaian aliran debit produksi air limbah di salah satu usaha Binatu di Kabupaten Badung. Vegetasi yang digunakan adalah dari jenis tanaman air (*Macrophytes*) yang mempunyai kecenderungan untuk hidup dalam lingkungan berair dan mempunyai daya serap air tinggi, yaitu Tanaman Kana dan Papyrus, dengan media tumbuh pada reaktor berupa Batu Lahar (*Vulkanic Rock*) yang berasal dari daerah Kintamani dan sekitarnya. Data yang diperoleh akan diolah secara Deskriptif Kuantitatif.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan alternatif teknologi/ metode pengolahan air limbah Binatu yang sederhana, murah dan mudah, dan memanfaatkan sumber daya lokal dalam pengoperasiannya, sehingga dapat diaplikasikan pada usaha Binatu skala kecil.

Kata Kunci: efisiensi pengolahan, air limbah Binatu, lahan basah buatan, batu lahar

DAFTAR ISI

RINGKASAN	3
DAFTAR ISI	4
DAFTAR TABEL.....	6
DAFTAR GAMBAR.....	7
BAB I PENDAHULUAN	8
I.1 Latar Belakang	8
I.2 Rumusan Masalah	9
I.3 Tujuan.....	10
I.4 Ruang Lingkup.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
II.1 Air Limbah Binatu	11
II.2 Sistem Lahan Basah (Wetlands)	12
II.2.1 Lahan Basah Alamiah (Natural Wetland)	13
II.2.2 Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland)	13
II.2.3 Sistem Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland)	14
II.3 Sistem Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands.....	19
II.4 Biofilm.....	20
II.5 Pengolahan Limbah Secara Biologis	21
II.6 Batu Vulkanik	23
II.6.1 Batu Rhyolit (Rhyolite)	23
II.6.2 Batu Dasit (Dacite).....	24
II.6.3 Batu Andesit (Andesite)	24
II.6.4 Batu Basalt	25
BAB III METODE PENELITIAN	26
III.1 Subyek Penelitian	26

III.2 Rancangan Penelitian	26
III.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	26
III.4 Konsep dan Tahapan Penelitian.....	27
III.5 Variable Penelitian dan Defenisi Operasional	27
III.6 Rancang Bangun dan Konstruksi	28
III.7 Start up dan operasional sistem pengolahan air limbah	29
III.8 Teknik Pengambilan Sampel	29
III.9 Metode Pemeriksaan Sampel	29
III.10 Teknik Analisis Data.....	30
III.11 Hasil Penelitian.....	30
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	31
IV.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	31
IV.2 Hasil Penelitian.....	33
IV.2.1 Kualitas Air Limbah Influent.....	33
IV.2.2 Kualitas Air Limbah Effluent Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetland	34
BAB V PEMBAHASAN	36
V.1 Kondisi Awal Air Limbah	36
V.2 Efektifitas Model Sistem Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands	38
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	42
SIMPULAN DAN SARAN	42
VI.1 Simpulan	42
VI.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	1
LAMPIRAN	3

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001	12
Tabel 2 Gambaran proses penghapusan polutan pada lahan basah	19
Tabel 3 Daftar Produk yang digunakan Laundry Bali Kandi	32
Tabel 4 Kualitas Air Limbah Influent.....	33
Tabel 5 Kualitas Air Limbah Effluent Sub Surface Flow Constructed Wetland	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kategori Sistem Lahan Basah	13
Gambar 2 Sistem Aliran Permukaan (SFCW) (1) dan Sistem Aliran Bawah Permukaan (SSF) (2)	16
Gambar 3 Lahan Basah sistem tanaman air mengambang.....	16
Gambar 4 Lahan basah tanaman makrophyta dalam air	17
Gambar 5 Lahan basah tanaman akar tenggelam.....	17
Gambar 6 Gambar skematik Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands ..	20
Gambar 7 Pertumbuhan Mikroorganisme	21
Gambar 8 Batu Rhiolit	24
Gambar 9 Batu Dasit	24
Gambar 10 Batu Andesit	25
Gambar 11 Batu Basalt.....	25
Gambar 12 Konsep dan Tahapan Penelitian.....	27
Gambar 13 Skematik Proses Unit Wetlands.....	29
Gambar 14 Rencana Analisis Data	30
Gambar 15 Persentase Efektivitas Pengurangan Parameter Air Limbah	35

JUDUL PENELITIAN

Pengolahan Air Limbah Binatu (*Laundry*) dengan menggunakan Metode Lahan Basah Buatan (*Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands*)

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Seiring dengan tingkat perekonomian dan aktifitas di Bali, khususnya Kabupaten Badung, Jasa Binatu (*Laundry*) merupakan salah satu industri yang berkembang pesat untuk mendukung kegiatan pariwisata sebagai sektor utama di kabupaten ini. Industri Binatu tersebut berkembang mulai dari skala industri kecil/ rumah tangga sampai dengan skala industri besar.

Hampir semua usaha Binatu berskala rumah tangga tidak memiliki Unit ataupun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Air limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan atau drainase, yang selanjutnya akan mengalir ke badan air yang lebih besar (sungai). Munculnya banyak usaha Binatu di Kota Denpasar memberi andil yang besar terhadap pencemaran badan air khususnya di Denpasar dan sekitarnya, dan belum ada Baku Mutu yang mengatur mengenai kandungan efluen air limbah Binatu yang dapat dibuang ke badan air dan atau lingkungan (Status Lingkungan Hidup Kota Denpasar, 2008).

Bahan aktif yang banyak terkandung pada pelembut pakaian dan deterjen adalah *kwaterner ammonium klorida*, *LAS*, *sodium dodecyl benzene sulfonate*, *natrium karbonat*, *natrium fosfat*, *alkilbenzena sulfonate*. Bahan-bahan tersebut merupakan bahan yang ramah lingkungan dan *biodegradable* (Wardhana dkk, 2009). Namun bila keberadaannya di badan air berlebihan, limbah Binatu berpotensi mencemari badan air. Selain mengandung bahan-bahan aktif tersebut, limbah tersebut juga kaya kandungan Fosfat yang dapat mencapai 253,03 mg/L sebagai P total dan juga memiliki kandungan COD yang tinggi. Fosfat yang jumlahnya berlebihan akan menimbulkan bahaya eutrofikasi dan ledakan alga bila mencapai laut (Wardhana dkk, 2009).

Pengolahan air limbah memiliki tujuan untuk mencegah penyebaran penyakit yang bisa menular melalui air limbah dan untuk mencegah kerusakan lingkungan. Pemilihan sistem pengelolaan air limbah tergantung dari kondisi lingkungan lokal, situasi sosial-ekonomi, persepsi dan budaya masyarakat serta teknologi pengolahan air limbah yang tersedia. Salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam menjaga keberlanjutan sistem pengelolaan air limbah adalah pemilihan teknologi yang tepat dan aplikatif. Sebagian besar dari sistem yang gagal disebabkan karena pengelola mengalami kesulitan dalam pembiayaan operasional maupun pemeliharaan teknologi pengolahan air limbah yang dipilih (Tchobanoglous et al, 2001).

Salah satu teknologi pengolahan air limbah yang murah dan sederhana dalam pengoperasiannya adalah menggunakan *Reaktor Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands*. Dalam aplikasinya, pemanfaatan media kerikil dan batu berpori lainnya sebagai media tumbuh tanaman dinilai mempunyai efisiensi yang tinggi dalam proses reduksi kandungan bahan organik karena memiliki pori dan luas permukaan yang baik (Mara, 2004).

Dari uraian diatas, diperlukan penelitian untuk mengetahui efisiensi *Reaktor Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands* untuk menurunkan kadar BOD₅, COD dan TSS pada air limbah dari usaha Binatu skala rumah tangga dengan media tumbuh berupa Batu Lahar. Pemilihan Batu Lahar sebagai media tumbuh tanaman didasari atas sifatnya yang memiliki luas pori yang besar, sehingga proses filtrasi bahan organik pada reaktor diharapkan memiliki efisiensi yang tinggi. Selain itu ketersediaan Batu Lahar yang bersifat lokal (*local resources*), cukup mudah dan murah untuk memperolehnya, memenuhi kriteria “murah dan mudah” dalam pemilihan teknologi pengolahan air limbah.

Harapan dari penelitian ini adalah dapat diaplikasikan di lapangan untuk mengolah air limbah usaha Binatu dengan teknologi tepat guna, ekonomis, murah dan mudah dalam pengoperasiannya.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah selama ini air limbah usaha Binatu yang dihasilkan di Kabupaten Badung sebagian besar belum dikelola dan diolah dengan optimal, oleh karena

itu dalam penelitian ini ingin diketahui efisiensi pengolahan air limbah Binatu skala rumah tangga dengan menggunakan Reaktor *Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands* untuk menurunkan kadar BOD5, COD dan TSS dengan media tumbuh berupa Batu Lahar.

I.3 Tujuan

1. Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat seberapa besar efisiensi penurunan kandungan bahan organik, khususnya kandungan BOD5, COD dan TSS yang terkandung di dalam air limbah usaha Binatu dengan menggunakan Reaktor *Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands* bermedia tumbuh Batu Lahar.

2. Tujuan Khusus

Mengetahui nilai penyisihan BOD5, COD dan TSS pada air limbah usaha Binatu dengan menggunakan Reaktor *Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands* dengan media tumbuh Batu Lahar.

I.4 Ruang Lingkup

1. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental skala laboratorium dengan penyesuaian aliran debit produksi air limbah di salah satu usaha Binatu di Kabupaten Badung.
2. Air limbah yang digunakan adalah air limbah salah satu usaha binatu skala rumah tangga yang ada di Kabupaten Badung.
3. Tanaman yang digunakan adalah jenis tanaman *Macrophytes*, yaitu dari jenis Kana dan Papyrus.
4. Sistem yang digunakan adalah menggunakan *Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands*.
5. Media tumbuh tanaman dalam reaktor digunakan Media Batu Lahar yang berasal dari Kintamani (Batu Lahar Ex. Kintamani)
6. Parameter air limbah usaha Binatu yang akan dipantau adalah BOD5, COD, TSS dan pH.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Air Limbah Binatu

Air limbah adalah cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat – tempat umum lain yang mengandung bahan – bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta mengganggu kelestarian lingkungan (Tchobanoglous *et al*, 2001).

Air limbah Binatu mengandung detergen yang merupakan suatu derivatik zat organik sehingga akumulasinya menyebabkan meningkatnya kandungan organik di lingkungan, sehingga dalam pengolahannya sangat cocok menggunakan proses biologi (Anonim, 2007).

Meningkatnya usaha Binatu merupakan dampak terhadap lingkungan yang terlupakan. Kegiatan Binatu skala besar, seperti hotel dan rumah sakit umumnya sudah mempunyai instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk mengolah air limbahnya, namun Binatu skala rumahan belum memikirkan masalah pengolahan air limbahnya dan yang menjadi IPALnya adalah lingkungan sekitar, dengan keterbatasan daya dukung lingkungannya maka munculah masalah pencemaran.

Untuk mendapat keuntungan yang memadai, pengusaha Binatu banyak yang menggunakan detergen, pewangi, dan pelembut pakaian curah yang tak jelas asal-usulnya dan sertifikasinya. Produk tersebut jelas bukan bahan yang dijual bebas dipasaran (Produk-produk dipasaran dengan merk-merk yang sudah memiliki sertifikasi dan pengujian terhadap dampak lingkungan). Produk – produk curah tersebut merupakan produk secara ekonomis lebih murah, lebih bersih, lebih lembut dan wangi. Produk curah tersebut hasil cuciannya lebih dari deterjen dari produk di pasaran. Hal tersebut perlu dipertanyakan dan yang pasti produk tersebut mengandung bahan sintetis dalam jumlah yang berlebih. Produk-produk pasaran saja sudah menimbulkan resiko pencemaran, apalagi dengan produk yang katakanlah ilegal tersebut.

Bahan yang terkandung dalam detergen salah satunya adalah seperti Linear Alkaly bense ne Sulfonate (LAS), surfaktan, Clorin dan golongan amonium kuartener yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan

kesehatan. Golongan ammonium kuartener dapat membentuk senyawa nitrosamin yang bersifat karsinogenik, iritasi pada kulit, memperlambat proses penyembuhan dan katarak pada orang dewasa. Kandungan fosfat pada detergen juga dapat menyebabkan timbulnya eutrofikasi, atau alga bloom diperairan. Busa yang ditimbul dapat menimbulkan efek pada permukaan perairan karena menghambat masuknya atau kelarutan kontak oksigen di udara dengan air yang berakibat oksigen terlarut menjadi turun kondisi menjadi septik, bau dan warna air menjadi kehitaman serta matinya organisme yang bersifat aerobik pada perairan. Baku mutu air limbah yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 05 Tahun 2014, tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan yang Belum Memiliki Baku Mutu Air Limbah Yang Ditetapkan, yaitu pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 05 Tahun 2014

Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu	
		Limbah Cair	
		I	II
pH	-	6-9	6-9
BOD5	mg/L	50	150
COD	mg/L	100	300
TSS	mg/L	200	400

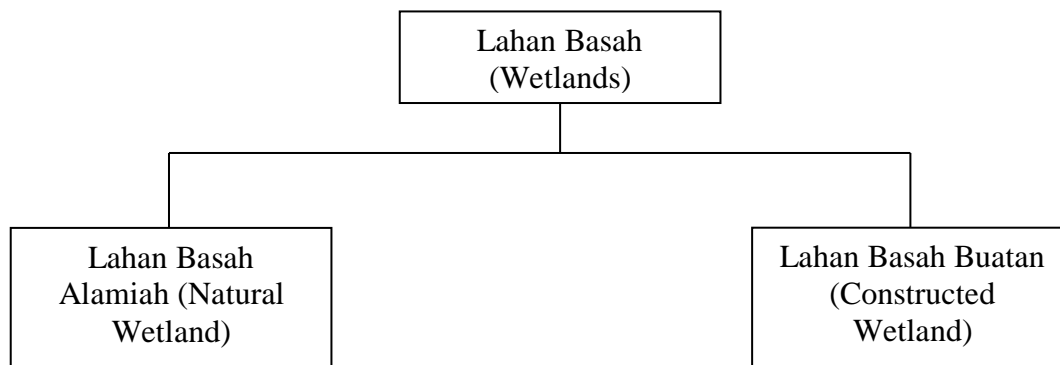
II.2 Sistem Lahan Basah (Wetlands)

Menurut Hammer (1989) pengolahan limbah Sistem Wetlands didefinisikan sebagai sistem pengolahan yang memasukkan faktor utama, yaitu :

- a. Area yang tergenangi air dan mendukung kehidupan tumbuhan air sejenis hydrophyta.
- b. Media tempat tumbuh berupa tanah yang selalu digenangi air (basah).
- c. Media bisa juga bukan tanah, tetapi media yang jenuh dengan air.

Sejalan dengan perkembangan ilmu dan penelitian, maka definisi tersebut disempurnakan oleh Metcalf and Eddy (1993), menjadi “Sistem yang termasuk pengolahan alami, dimana terjadi aktivitas pengolahan sedimentasi, filtrasi, transfer gas, adsorpsi, pengolahan kimiawi dan biologis, karena aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan aktivitas tanaman”.

Menurut Supradata, (2005) pada prinsipnya Sistem Lahan Basah dapat dibedakan menjadi 2 (dua) kategori dan secara skematis dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1 Kategori Sistem Lahan Basah

Sumber : Supradata, (2005)

II.2.1 Lahan Basah Alamiah (Natural Wetland)

Sistem ini merupakan suatu sistem pengolahan limbah dalam area yang sudah ada secara alami, contohnya daerah rawa. Kehidupan biota dalam Lahan Basah Alamiah sangat beragam. Seluruh proses mulai dari debit air limbah yang masuk, jenis tanaman dan jarak tumbuh pada masing – masing tanaman tidak direncanakan serta terjadi secara alamiah.

II.2.2 Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland)

Sistem Pengolahan yang direncanakan untuk suatu tujuan pengolahan limbah, perencanaan meliputi debit limbah, beban organik, kedalaman media, jenis tanaman, dan lain – lain, sehingga kualitas air limbah yang keluar dari

sistem tersebut dapat dikontrol/diatur sesuai dengan yang dikehendaki oleh pembuatnya.

II.2.3 Sistem Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland)

Definisi wetland sangat beragam diantaranya adalah suatu lahan yang jenuh air dengan kedalaman air tipikal yang kurang dari 0,6 m yang mendukung pertumbuhan tanaman air emergent misalnya Cattail, Bulrush, Umbrella plant dan Canna (Vymasal, 2009). Dengan adanya proses secara fisik hanya dapat mengurangi konsentrasi COD & BOD5 maupun TSS, sedangkan COD & BOD5 terlarut dapat dihilangkan dengan proses gabungan kimia dan biologi melalui aktivitas mikroorganisme maupun tanaman.

Sistem lahan basah buatan (*constructed wetland*) adalah teknologi pengolahan air limbah biologi yang dirancang untuk meniru proses yang ditemukan di ekosistem lahan basah alami (Tuladhar *et al.*, 2003). Menurut Haberl dan Langergraber (2002), bahwa proses eliminasi polutan dalam air limbah terjadi melalui proses secara fisik, kimia dan biologi yang cukup kompleks yang terdapat dalam asosiasi antara media, tumbuhan makrophyta dan mikroorganisme, antara lain :

1. Pengendapan untuk zat padatan tersuspensi
2. Filtrasi dan pretipitasi kimia pada media
3. Transformasi kimia
4. Adsorpsi dan pertukaran ion dalam permukaan tanaman maupun media
5. Transformasi dan penurunan polutan maupun nutrient oleh mikroorganisme maupun tanaman
6. Mengurangi mikroorganisme patogen

Menurut Hammer (1989) lahan basah buatan (*constructed wetland*) adalah sebuah daerah yang dirancang dan dibuat oleh manusia, yang terdiri dari substrat-substrat jenuh, vegetasi yang timbul maupun tenggelam, kehidupan satwa, dan air, yang menyerupai lahan basah alami (natural wetland) untuk dipergunakan dan dimanfaatkan bagi kepentingan manusia

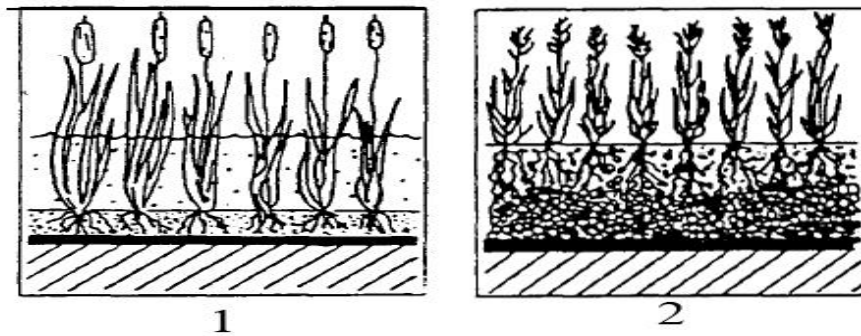
Sistem ini menggunakan tanaman lahan basah, media tanah atau batuan dan mikroorganisme untuk menghilangkan kontaminan dari air limbah yang diadopsi dari aplikasi penjernihan air secara alami seperti yang terjadi di rawa. Penerapan

lahan basah dibangun untuk perawatan air limbah perkotaan, industri dan pertanian serta air hujan dimulai pada tahun 1950-an dan telah digunakan dalam skala konfigurasi dan desain yang berbeda. (Tuladhar *et al.*, 2003)

Lahan basah buatan memiliki banyak fungsi diantaranya untuk filtrasi air. Ketika aliran air melewati lahan basah, mereka akan berjalan perlahan dan sebagian besar bahan pencemar akan terperab oleh vegetasi untuk kemudian terangkat atau berubah bentuk menjadi lebih tidak berbahaya. Tumbuhan yang hidup dalam lahan basah membutuhkan unsur hara yang terkandung dalam air. Jika yang tertahan adalah air yang mengandung bahan pencemar berbahaya bagi lingkungan namun bermanfaat bagi tumbuhan, maka bahan itu akan diserapnya (Wong, 1997).

Sistem wetland memiliki potensi besar dalam pengendalian pencemaran air dari rumah tangga, industri, dan kontaminan lainnya. Seperti telah diakui secara luas sebagai teknologi yang sederhana, efektif, handal dan ekonomis dibandingkan dengan beberapa sistem konvensional lainnya, konstruksi wetland buatan dapat menjadi teknologi yang berguna bagi negara-negara berkembang. Konstruksi wetland tidak efisien dalam membatasi besi, mangan dan tingkat nitrogen. Sementara itu, peningkatan COD, TSS dan konsentrasi TDS adalah indikator degradasi sebagian partikulat dan bahan organik terlarut dan akan membutuhkan kerapatan yang lebih tinggi baik retensi waktu atau lebih tinggi dari vegetasi (Galbrand *et al.*, 2008).

Pada prinsipnya sistem pengolahan lahan basah berdasarkan format aliran umumnya terbagi dalam dua jenis yang Sistem Aliran Permukaan atau *Free Water System* (FWS) yang sering juga disebut *Surface Flow Constructed Wetland* (SFCW) dan Sistem Aliran Bawah Permukaan atau *Sub-Surface Flow Constructed Wetland* (SSF) (Leady, 1997).

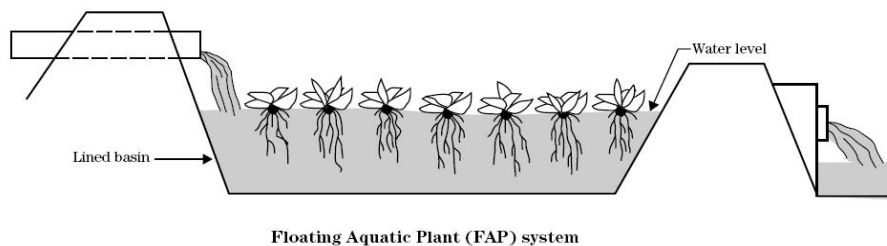


Gambar 2 Sistem Aliran Permukaan (SFCW) (1) dan Sistem Aliran Bawah Permukaan (SSF) (2)

Sumber : Water Pollution Control Federation (1990)

Klasifikasi Lahan Basah Buatan (Constructed Wetlands) berdasarkan jenis tanaman yang digunakan, terbagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu :

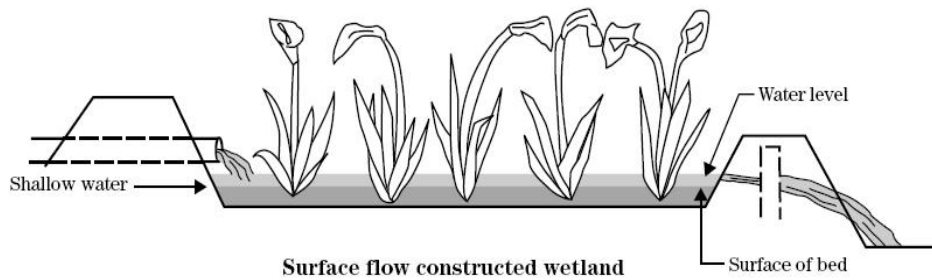
1. Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta mengambang atau sering disebut dengan Lahan Basah sistem Tanaman Air Mengambang (Floating Aquatic Plant System).



Gambar 3 Lahan Basah sistem tanaman air mengambang

Sumber : United States Department of Agriculture. Environmental Engineering: National Engineering Handbook 2002.

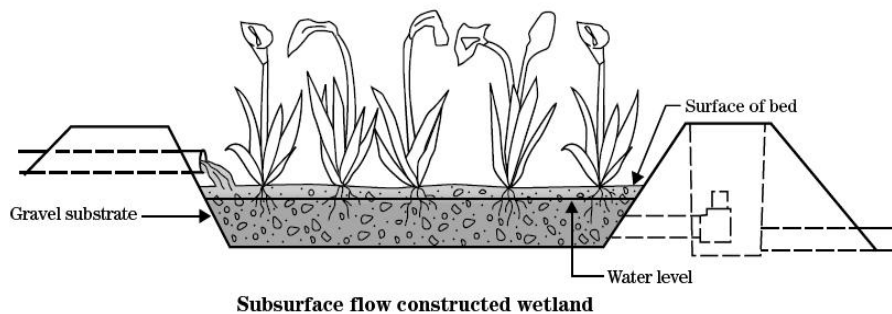
2. Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta dalam air (Submerged) dan umumnya digunakan pada sistem Lahan Basah Buatan tipe Aliran Permukaan (Surface Flow Wetlands).



Gambar 4 Lahan basah tanaman makrophyta dalam air

Sumber : United States Department of Agriculture. Environmental Engineering: National Engineering Handbook 2002.

3. Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta yang akarnya tenggelam atau sering disebut juga amphibiuous plants dan biasanya digunakan untuk Lahan Basah Buatan tipe Aliran Bawah Permukaan (*Subsurface Flow Wetlands*) SSF-Wetlands. (Suriawiria, 1993).



Gambar 5 Lahan basah tanaman akar tenggelam

Sumber : United States Department of Agriculture. Environmental Engineering: National Engineering Handbook 2002.

Kemiringan bawah harus datar dari sisi ke sisi, namun mungkin datar atau memiliki gradien sedikit dari inlet ke outlet.

Menurut Haberl dan Langergraber (2002) kelebihan yang didapat dari penggunaan sistem lahan basah buatan (constructed wetland) dibandingkan sistem pengolahan limbah secara konvensional lainnya adalah :

1. Biaya pembangunannya lebih murah dibandingkan sistem pengolahan lain
2. Rendahnya biaya operasi dan pemeliharaan (energi dan perlengkapan).

3. Pengoperasian dan pemeliharaan yang diperlukan hanya secara periodik, tidak terus menerus.
4. Toleransi yang tinggi terhadap fluktuasi debit air limbah.
5. Memungkinkan untuk penggunaan kembali air hasil pengolahan.

Menurut Lorion (2001), kontaminan dari air limbah dihilangkan melalui beberapa mekanisme yaitu dengan proses pengendapan, degradasi mikroba, dan serapan tanaman. Logam berat dalam sistem lahan basah dapat diserap ke dalam tanah basah atau sedimen dan dipecah dalam bentuk lebih kompleks dengan materi organik. Logam dapat mengendap sebagai sulfida dan karbonat dan dapat diserap oleh tanaman. Senyawa dalam sedimen, seperti oksida besi, menunjukkan adanya kandungan logam tertentu. Hal ini dapat mempengaruhi efisiensi logam yang terserap pada lahan basah. Sebuah sistem yang telah mencapai batas kapasitas adsorpsi yang dapat menunjukkan penurunan tingkat penghapusan kontaminan. Setelah sistem telah mencapai kapasitas serapan untuk logam, logam mengalami pembentukan sulfida menjadi metode utama penghapusan logam. Sulfat-mengurangi bakteri mengoksidasi bahan organik dan mengurangi sulfat untuk membentuk hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida bereaksi dengan logam untuk membentuk sulfida logam, yang mengendap. Dibandingkan dengan sedimen, tanaman tidak banyak mengurangi logam, namun mereka terlibat dalam proses oksigenasi dan mikrobiologi yang berkontribusi terhadap kemampuan lahan basah untuk menghilangkan logam.

Dalam sistem lahan basah, senyawa organik dapat dipecah untuk konsumsi mikroorganisme. Biodegradasi ini menghilangkan senyawa organik dari air karena mereka menyediakan energi bagi organisme. Senyawa organik juga dapat hilang ketika diambil oleh tumbuhan. Mereka juga dapat diserap ke permukaan. Dalam sistem ini senyawa organik yang mengandung nitrogen diserap ke permukaan, kemudian nitrogen organik diubah menjadi amonia. (Lorion, 2001).

Lahan basah buatan memiliki potensi besar untuk mengolah air limbah. Dengan desain yang cermat dan perencanaan yang baik, efisiensi lahan basah buatan dapat menghilangkan berbagai kontaminan. Ada enam reaksi biologis yang penting karena performa constructed wetland mencakup proses biologis seperti aktivitas metabolisme mikroba dan serapan tanaman serta fisik-kimia,

proses seperti sedimentasi, adsorpsi dan presipitasi (Lim *et al*, 2002). Tabel 2-2 menampilkan ringkasan mekanisme menghilangkan polutan.

Tabel 2 Gambaran proses penghapusan polutan pada lahan basah

Polutan	Proses penghilangan
Bahan organik (BOD5)	Degradasi biologis, sedimentasi, penyerapan mikroba
Kontaminan organik	Adsorpsi, penguapan, fotolisis, degradasi biotik / abiotik
Padatan tersuspensi	Sedimentasi, filtrasi
Nitrogen	Sedimentasi, nitrifikasi / denitrifikasi, penyerapan mikroba, serapan tanaman, volatilisasi
Phospor	sedimentasi, filtrasi, adsorpsi, penyerapan tanaman & mikroba
Pathogen	Pematian alami, sedimentasi, filtrasi, adsorpsi
Logam berat	Sedimentasi, adsorpsi, penyerapan tanaman

Sumber : Crolla, A (2004) Constructed Wetland In Canada, ATAU Course Notes.

II.3 Sistem Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands

Sistem *Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands* adalah salah satu sistem lahan basah buatan yang paling umum dijumpai dan paling banyak diaplikasikan di negara-negara beriklim tropis (Mara, 2004). Metode ini telah digunakan lebih dari 30 tahun untuk pengolahan air limbah domestik perkotaan. Saat ini metode ini tidak hanya digunakan untuk mengolah air limbah domestik perkotaan saja, namun telah berkembang sebagai pengolahan air limbah dari industri obat-obatan, industri yang mengandung alkylbensulfonates linear (LAS), kilang minyak, pabrik kertas, dan sebagainya, baik yang memiliki kandungan bahan organik sebagai BOD5 yang rendah, ataupun tinggi seperti Lindi dari cairan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah.

Mekanisme penyisihan kandungan organik dari air limbah dilakukan dengan kombinasi proses yang terjadi pada media tumbuh tanaman. Salah satunya adalah dengan mekanisme adsorpsi oleh akar tanaman, dan penghilangan kandungan bahan organik melalui proses pelepasan oksigen di sekitar akar tanaman, utamanya untuk penyisihan kandungan Ammonia.

Selanjutnya, Mara (2004) juga mengungkapkan bahwa sistem wetlands ini biasanya di desain untuk menghilangkan kandungan BOD5 pada air limbah dengan memanfaatkan porositas media tumbuh tanaman berupa batu pecah sebagai media tumbuh bakteri untuk menguraikan bahan organik tersebut. Penyisihan kandungan Suspended Solids (SS) dilakukan dengan proses penyaringan pada media tumbuh tanaman dan pengendapan pada dasar reaktor.

Perjalanan air limbah mulai dari inlet sampai dengan outlet reaktor melewati beberapa zona, yaitu zona aerobic, anaerobic, dan anoxic. Semua tahapan pada zona-zona tersebut adalah saling terkait, utamanya terhadap distribusi oksigen yang cukup oleh akar tanaman ke seluruh area Constructed Wetlands, sehingga proses degradasi bahan organik dapat berlangsung sempurna (Vymasal, 2005).

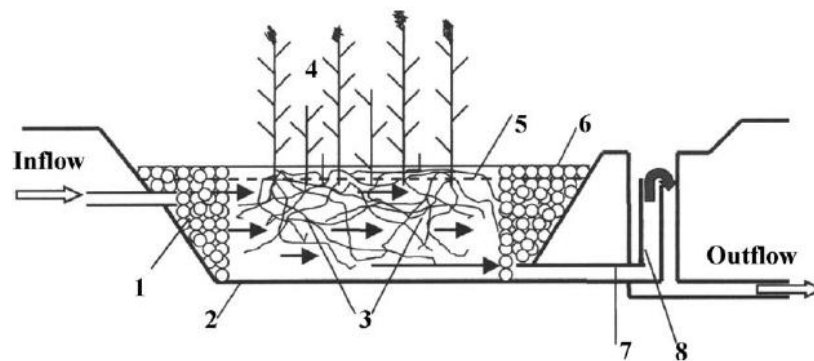


Fig. 1. Schematic representation of a constructed wetland with horizontal sub-surface flow. 1, distribution zone filled with large stones; 2, impermeable liner; 3, filtration medium (gravel, crushed rock); 4, vegetation; 5, water level in the bed; 6, collection zone filled with large stones; 7, collection drainage pipe; 8, outlet structure for maintaining of water level in the bed. The arrows indicate only a general flow pattern (modified from Vymasal, 2001a).

Gambar 6 Gambar skematik Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands

Sumber: Vymasal, 2005

II.4 Biofilm

Biofilm didefinisikan sebagai material organik terdiri dari mikroorganisme terlekat pada matriks polimer (materi polimer ekstraseluler) yang dibuat oleh mikroorganisme itu sendiri, dengan ketebalan lapisan biofilm berkisar antara 100 μm -10 mm yang secara fisik dan mikrobiologis sangat kompleks (Grady & Lim, 1999). Terbentuknya biofilm adalah karena mikroorganisme cenderung menciptakan lingkungan mikro. Komposisi biofilm terdiri dari sel-sel mikroorganisme, produk ekstraseluler, detritus, polisakarida, dan air dengan kandungan sampai 97%. Adapun bahan-bahan pembentuk lapisan biofilm yang lain adalah protein, lipid, dan lektin, dan struktur dari suatu biofilm bentuknya tergantung dari lingkungan. Lapisan

biofilm yang sudah matang atau terbentuk sempurna akan tersusun dalam tiga lapisan kelompok bakteri : lapisan paling luar adalah sebagian besar berupa jamur, lapisan tengah adalah jamur dan algae, dan lapisan paling dalam adalah bakteri, jamur dan algae.

Proses degradasi bahan organik secara aerobik pada biofilm tidak jauh berbeda dengan mikroorganisme tersuspensi. Degradasi substrat terjadi akibat konsumsi substrat dan nutrisi oleh mikroorganisme pada biofilm, dengan menggunakan oksigen sebagai elektron akseptor apabila proses berjalan secara aerobik. Oleh karena melalui lapisan biofilm, maka konsentrasi substrat terbesar berada pada permukaan biofilm.

Pertumbuhan biofilm sangat tergantung pada jenis mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan media, dan jenis media yang digunakan. Dan secara umum ada 3 fase di dalam daur hidup biofilm (Gambar 2.1.). Fase tersebut adalah pelekatan biofilm pada media, fase pertumbuhan dan fase pelepasan *detachment*.



Gambar 7 Pertumbuhan Mikroorganisme

II.5 Pengolahan Limbah Secara Biologis

Pengolahan air limbah secara biologi adalah suatu metode yang memanfaatkan kehidupan bakteri atau mikroorganisme dalam merombak limbah. Metode pengolahan limbah secara biologis ini pertama kali diperkenalkan di negara-negara Eropa sebagai negara industri yang pertama, yaitu mengolah limbah dengan memanfaatkan aktifitas mikroorganisme pengurai. Metode ini relatif lebih mudah dan murah dan tidak menimbulkan efek yang buruk. Tetapi metode ini pada umumnya memerlukan lahan yang luas sebagai media untuk menampung air limbah beserta tempat terjadinya proses mengolah air limbah yang mempunyai konsentrasi pencemar yang tinggi. Selain itu metode ini

memerlukan perencanaan konstruksi yang baik agar dapat mengolah limbah dengan baik. Mikroorganisme atau bakteri yang diperlukan dalam pengolahan limbah secara biologis mudah didapatkan karena sudah ditemukannya kultur bakteri dalam bentuk larutan maupun kapsul (Ginting, 2007).

Pengolahan limbah secara biologis dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara anaerob (dalam proses tidak membutuhkan oksigen) dan secara aerob (dalam proses membutuhkan oksigen). Pengolahan secara aerob dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung pada proses penyediaan oksigen, penyediaan lahan, dan kondisi lingkungan. Proses secara aerob biasanya dilakukan untuk limbah dengan konsentrasi rendah ($BOD_5 < 2000 \text{ mg/L}$). proses ini memerlukan persediaan oksigen yang tinggi sehingga diperlukan aerator dengan daya tinggi. Metode aerobik menggunakan bakteri aerob yang dapat berfungsi secara optimal bila tersedia oksigen yang cukup sebagai sumber energi untuk melakukan degradasi bahan-bahan organik dalam air. Oksigen disediakan dengan membiarkan media pengolahan limbah dalam keadaan terbuka agar ada kontak antara udara dan permukaan limbah. Dengan keadaan yang terbuka, maka matahari dapat masuk dan terjadi proses fotosintesis pada permukaan tumbuhan dalam air yang menghasilkan oksigen. Proses aerobik dapat dilakukan melalui dua mekanisme dasar yaitu proses pembentukan suspensi dan proses pelekatan suspensi (Rahayu and Jennie, 1993).

Menurut Mahida (1986) penggunaan proses anaerob akan lebih ekonomis untuk konsentrasi padatan tinggi bila berat padatannya lebih dari 1%. Pengolahan limbah dengan konsentrasi padatan yang tinggi pada umumnya lebih efektif dilakukan dengan pengolahan secara anaerobik. Proses fermentasi anaerobik tidak menghasilkan sesuatu yang sempurna dan hanya mampu mengolah limbah dalam batas tertentu. Pada proses anaerobik hanya menghasilkan BOD_5 dengan konversi 10-40% dari kondisi awal, sehingga proses anaerob harus dipadukan dengan proses aerob sebagai lanjutan proses perombakan. Keberhasilan sistem anaerobik dikarenakan perlakuan lanjutan yaitu dengan netralisasi dan resirkulasi. Faktor-faktor lain yang menjadi pertimbangan keberhasilan adalah perbandingan BOD_5 dengan *Mixed Liquor Volatile Suspension Solid* (MLVSS), dan perlakuan aerasi.

II.6 Batu Vulkanik

Batu vulkanik merupakan jenis batuan yang berasal dari magma atau lava yang mengalami pendinginan dan pengerasan yang membentuk berbagai jenis kristalisasi batuan. Batu vulkanik merupakan jenis batuan yang mengandung silika dalam bentuk silika dioksida (SiO_2) serta mineral lainnya yang terdiri dari jenis mineral seperti alumina (Al_2O_3), senyawa kalsium (CaO), besi (FeO dan Fe_2O_3), magnesium (MgO) dan jenis senyawa lainnya. Beberapa jenis batu vulkanik yang berasal dari pembekuan lava antara lain, Batu Rhyolit, Batu Dazit, Batu Andesit, dan Batu Basalt (McBirney. 2007).

II.6.1 Batu Rhyolit (Rhyolite)

Merupakan jenis batuan yang berasal dari pengerasan lava dengan dominasi kandungan Silikon dioksida dan alumina. Kandungan silikon dioksida pada batu rhyolit sebesar 73,2 % dan kandungan alumina sebesar 14,0 % (McBirney. 2007). Permukaan Batu Rhyolit umumnya halus dengan tekstur mirip seperti kaca (*glassy texture*) dengan warna yang terang umumnya mengandung senyawa besi dan magnesium yang kurang dalam batuan (Gill. 2010).



Gambar 8 Batu Rhyolit

II.6.2 Batu Dasit (Dacite)

Batu Dasit merupakan jenis batuan yang berasal dari pembekuan lava dengan dominasi kandungan mineral yang sama dengan Batu Rhyolit yaitu silika dioksida dan alumina. Tekstur batu Dasit kasar namun tersusun atas partikel-partikel halus (*Fine-grained*) dengan sifat warna terang dengan kandungan mineral pemberi warna yang hampir sama dengan Batu Rhyolitik. Kandungan Silikon dioksida dalam Batu Dasit sebesar 69,2 % dan kandungan alumina sebesar 15,2 % (McBirney. 2007 dan Gill. 2010).



Gambar 9 Batu Dasit

II.6.3 Batu Andesit (Andesite)

Batu Andesit merupakan jenis batuan yang berasal dari pembekuan lava dengan dominasi kandungan mineral yang sama dengan Batu Rhyolit yaitu silika dioksida dan alumina. Warna Batu Andesit bervariasi dengan dominasi warna abu-abu dikarenakan mineral pemberi warna dalam Batu Andesit yaitu mineral pemberi warna terang dan mineral pemberi warna gelap berada pada komposisi yang mendekati keseimbangan. Struktur Batu Andesit Halus dengan titik-titik hitam atau putih yang terbentuk karena persebaran mineral-mineral di dalam batu.

Kandungan Silika dioksida dalam batu Andesit sebesar 60%, sedangkan kandungan alumina dalam Batu Andesit Sebesar 16% (McBirney. 2007 dan Gill. 2010).



Gambar 10 Batu Andesit

II.6.4 Batu Basalt

Batu Basalt merupakan jenis batuan yang berasal dari pembekuan lava. Struktur batu basalt halus sehingga sulit mengidentifikasi secara tepat kandungan berbagai jenis kandungan mineral yang ada terutama jenis mineral yang berukuran sangat kecil dengan identifikasi mikroskopik (Gill. 2010). Batu Basalt secara umum berwarna hitam ataupun abu-abu gelap sesuai dengan kandungan



Gambar 11 Batu Basalt

mineral yang menyusun batu tersebut. Batu Basalt terutama jenis basalt tinggi alumina mengandung 49,2% silika dioksida dan 17,7% alumina (McBirney. 2007).

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Subyek Penelitian

Subyek penelitian ini adalah air limbah dari salah satu usaha Binatu (*Laundry*) di Kabupaten Badung yang akan diberikan perlakuan dengan Reaktor *Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands* untuk menurunkan kandungan BOD5, COD dan TSS pada Air Limbah dengan medi tumbuh Batu Lahar.

III.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan studi experimental skala laboratorium untuk melihat efisiensi penyisihan parameter BOD5, COD dan TSS air limbah usaha Binatu (*Laundry*), dimana data yang diperoleh akan diolah secara deskriptif kuantitatif.

III.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di salah satu usaha Binatu skala rumah tangga di Kabupaten Badung yang tidak memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Analisis laboratorium akan dilakukan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Bina Medika, Jl. Suli, Denpasar. Penelitian akan berlangsung selama kurang lebih 6 bulan.

III.4 Konsep dan Tahapan Penelitian



Gambar 12 Konsep dan Tahapan Penelitian

III.5 Variable Penelitian dan Defenisi Operasional

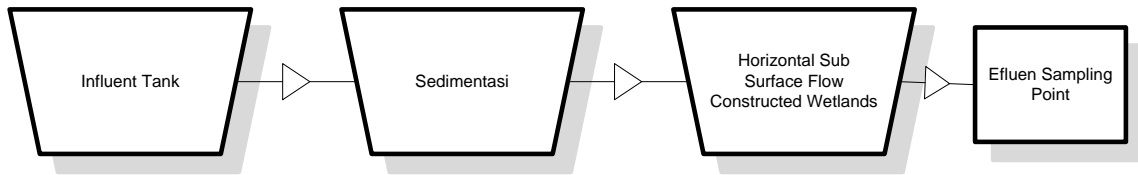
Dalam penelitian ini terdapat 3 (tiga) variabel parameter biologis air limbah yang akan dipantau yaitu BOD5, COD dan TSS serta pH untuk dapat melihat efisiensi penyisihan sebagai kinerja sistem pengolahan.

- a. Air Limbah adalah air limbah usaha Binatu yang diperoleh dari salah satu usaha Binatu yang beroperasi di Kabupaten Badung.
- b. Influen adalah aliran air limbah masuk yang belum terolah yang akan dipantau baik kuantitas (debit dlm ltr/menit) dan kualitas (parameter BOD5, COD dan TSS dan pH)
- c. Sistem Pengolahan Air Limbah adalah suatu gabungan unit pengolahan air limbah yang dirangkaikan untuk mencapai suatu efisiensi penyisihan

- kandungan air limbah yang diinginkan.
- d. Reaktor *Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands* adalah unit pengolahan air limbah dengan sistem pengaliran Horizontal, dengan menggunakan prinsip biofilter atau menyaring, dan adsorpsi atau penyerapan dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme yang menempel pada akar tanaman.
 - e. Efluen adalah aliran air limbah keluar hasil olahan yang akan dipantau kualitasnya (parameter BOD₅, COD, TSS dan pH)
 - f. Parameter BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) yaitu menyatakan kandungan organik di dalam air limbah yang diukur berdasarkan kebutuhan oksigen dalam degradasi bahan organik secara biologis selama 5 (lima) hari, yang dinyatakan dalam mg/l.
 - g. Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) yaitu menyatakan kandungan organik di dalam air limbah yang diukur berdasarkan kebutuhan oksigen dalam degradasi bahan organik secara kimia dinyatakan dalam mg/l.
 - h. Parameter TSS (*Total Suspended Solid*) adalah jumlah padatan tersuspensi yang diukur menggunakan metode gravimetric dan dinyatakan dalam mg/l
 - i. Parameter pH menyatakan kandungan konsentrasi H⁺ di dalam air limbah dimana diharapkan air limbah yang dibuang ke lingkungan selalu berada pada pH netral.
 - j. Efisiensi Penyisihan adalah kemampuan unit atau sistem pengolahan air limbah dalam menurunkan konsentrasi kandungan pencemar di dalam air limbah yang dilakukan dengan mengurangi konsentrasi kandungan pencemar pada influen dan effluent kemudian dibagi dengan konsentrasi pada inlet, dimana hasilnya dinyatakan dalam %.

III.6 Rancang Bangun dan Konstruksi

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan membangun unit pengolahan air limbah berskala laboratorium pada lokasi usaha Binatu yang dipakai. Berdasarkan karakteristik air limbah dan rata-rata debit air limbah yang dihasilkan per hari, dilakukan perhitungan desain untuk menentukan dimensi bangunan/unit pengolahan air limbah tersebut, sebagai berikut:



Gambar 13 Skematik Proses Unit Wetlands

III.7 Start up dan operasional sistem pengolahan air limbah

Tidak diperlukan proses start up yang spesifik dalam sistem pengolahan air limbah ini. Proses start up dilakukan dengan mengalirkan air limbah ke dalam reaktor, baik secara kontinyu maupun intermitten (berjeda waktu), kemudian dilakukan pengamatan terhadap tingkat efisiensi pengolahan setelah tanaman mulai tumbuh/ hidup. Proses pengamatan terhadap efektifitas reaktor dilakukan dengan uji laboratorium secara berkala. Tingkat efektifitas diukur berdasarkan tingkat penurunan parameter BOD₅, COD dan TSS serta kestabilan pH.

III.8 Teknik Pengambilan Sampel

Sampel air limbah Binatu diambil pada titik inlet sebelum perlakuan dengan dan pada titik outlet setelah perlakuan, dengan metode *grab* sampel yaitu pengambilan sesaat. Sampel yang diambil sebanyak ± 1 liter. Sampel diambil pada outlet setiap 1 minggu sekali. Sampel ditempatkan pada *cooler box* untuk menjaga suhu dan langsung dibawa ke laboratorium.

III.9 Metode Pemeriksaan Sampel

Pemeriksaan setiap parameter kualitas air limbah menggunakan metode sebagai berikut:

- a. BOD₅: menggunakan metode titrasi
- b. COD: menggunakan metode oksidasi kimia
- c. TSS: menggunakan metode gravimetri
- d. pH: menggunakan metoda elektroda

Sedangkan selama operasional akan selalu dipantau diukur debit aliran limbah dengan *flow* meter dalam satuan liter per menit.

III.10 Teknik Analisis Data

Tampilan data akan disajikan secara deskriptif dengan metode grafik dan tabel untuk melihat efisiensi penyisihan kandungan BOD₅, COD dan TSS pada sampel air limbah. Data akan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Untuk penentuan tingkat kinerja dari Multimedia Filter dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS dihitung dengan persamaan *overall efficiency* yaitu :

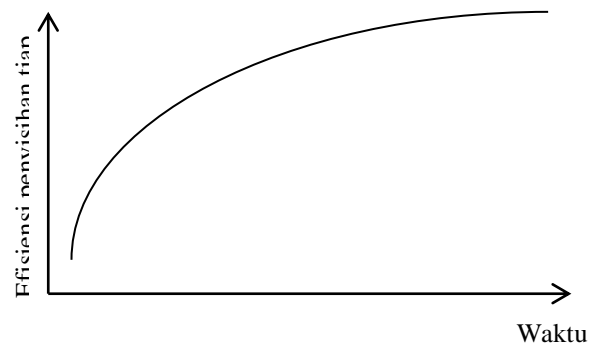
$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

Dimana :

η = Overall efficiency

C_o = Konsentrasi awal (Mg/L)

C_e = Konsentrasi akhir (Mg/L)



Gambar 14 Rencana Analisis Data

III.11 Hasil Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan diperoleh kombinasi sistem pengolahan air limbah secara biologis yang mempunyai efisiensi penyisihan yang baik (diatas 80%) sehingga dapat diaplikasikan langsung oleh usaha Binatu dan tidak menutup kemungkinan untuk dapat diaplikasikan di perusahaan lain dengan karakteristik limbah yang serupa.

BAB IV HASIL PENELITIAN

IV.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Laundry Bali Kandi berlokasi di Jalan Raya Kapal, Kecamatan Kapal, Kabupaten Badung. Luas areal yang dimiliki oleh Laundry Bali Kandi dalam pengoperasiannya adalah 150 m². Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik Laundry Bali Kandi, setiap hari Laundry Bali Kandi melayani jasa pencucian pakaian, sprei, selimut, dan jenis lainnya sekitar 500 kg yang berasal dari rumah sakit. Air limbah yang dihasilkan dibuang pada badan air penerima setelah air limbah tersebut ditampung dalam 4 buah tangki berkapasitas 4.400 liter. Selama satu hari pengoperasian laundry, rata-rata air limbah yang dihasilkan sekitar 20.000 liter.

Berdasarkan hasil wawancara, proses yang terjadi selama Laundry Bali Kandi beroperasi terdiri dari proses pengumpulan dan pengelompokan, pencucian, pengeringan, dan penyeterikaan. Proses-proses tersebut menghasilkan air limbah, namun proses pencucian merupakan proses yang paling banyak menghasilkan air limbah dikarenakan pada proses pencucian terjadi perlakuan cuci yang berbeda sesuai dengan jenis noda yang terdapat pada kain. Untuk noda ringan pada pakaian, dilakukan pembersihan langsung dengan mesin cuci. Untuk noda darah ataupun noda dari jenis cairan tubuh lainnya, diberikan perlakuan berupa perendaman terlebih dahulu untuk mengurangi noda darah ataupun noda dari jenis cairan tubuh lainnya yang menempel pada pakaian sehingga saat dicuci dengan mesin cuci, noda tersebut bisa dipisahkan dari pakaian. Sedangkan untuk noda berat, diberikan perlakuan spotting atau pengikisan noda dan selanjutnya dicuci dengan mesin cuci.

Laundry Bali Kandi awalnya menggunakan produk-produk laundry konvensional, namun sejak pertengahan April 2015, produk-produk laundry yang didominasi oleh produk yang berasal dari supplier IBK dikarenakan noda-noda yang terdapat pada pakaian yang diterima berasal dari rumah sakit sehingga memerlukan penggunaan bahan-bahan khusus sehingga noda-noda tertentu seperti noda darah, noda feses, noda muntahan, nodakaratan, dan jenis noda lainnya tersebut dapat dibersihkan. Bahan-bahan aktif dalam produk-produk laundry yang digunakan tercantum tabel berikut:

Tabel 3 Daftar Produk yang digunakan Laundry Bali Kandi

Produk	Bahan Aktif
Deterjen Konvensional	Alkyl Benzene Sulfonate
	Linier Alkyl Benzene Sulfonate (LAS)
	Alpha Olefin Sulfonate (AOS)
Pemutih Konvensional	NaClO
Liquid Blue Detergent	Texapon (Sodium Lauryl Ether Sulphate)
	Nonylphenol
	Hydrogen Peroxide (H ₂ O ₂)
	Hakol
Liquid Chlorine Bleach	Calcium Chloride
	Soda Ash Dense

Sumber: Supplier IBK; Effendi. 2003

Penggunaan produk-produk laundry sejak pertengahan April 2015 menyesuaikan dengan jenis noda. Untuk noda ringan, digunakan deterjen dan

pemutih konvensional, sedangkan untuk noda yang lebih berat, digunakan formulasi Liquid Blue Detergent dan Liquid Chlorine Bleach dengan perbandingan 1:1. Apabila terdapat noda khusus dalam cucian, ditambahkan Oxygen Bleach, cairan anti darah, atau cairan anti karat sesuai dengan jenis noda.

IV.2 Hasil Penelitian

IV.2.1 Kualitas Air Limbah Influent

Uji Laboratorium kualitas air limbah sudah pernah dilakukan oleh pihak *laundry* yang dilakukan pada bulan Februari 2015 namun setelah nilai parameter uji tersebut dibandingkan dengan parameter air limbah setelah diolah dengan sistem *wetland*, ditemukan perbandingan yang tidak sesuai sehingga dilakukan uji kualitas air limbah *laundry* pada 12 Mei 2015. Setelah dilakukan pengujian laboratorium, diketahui kualitas air limbah yang dihasilkan *Laundry* Bali Kandi dengan enam parameter utama yaitu; BOD₅, COD, Total Fosfat, TDS, TSS, dan pH sebagai berikut:

Tabel 4 Kualitas Air Limbah Influent

No	Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu*	Hasil Pengujian
1	Total Suspended Solids (TSS)	mg/L	60	48,65
2	pH		6-9	8,20
3	Biochemical Oxygen Demand (BOD ₅)	mg/L	50	182,78
4	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	100	346,84

*Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2014

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa parameter air limbah yang dihasilkan *Laundry* Bali Kandi belum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2014 pada parameter BOD₅ dengan nilai parameter 182,78, COD dengan nilai parameter 346,84, dan Total Fosfat dengan nilai parameter 7,30.

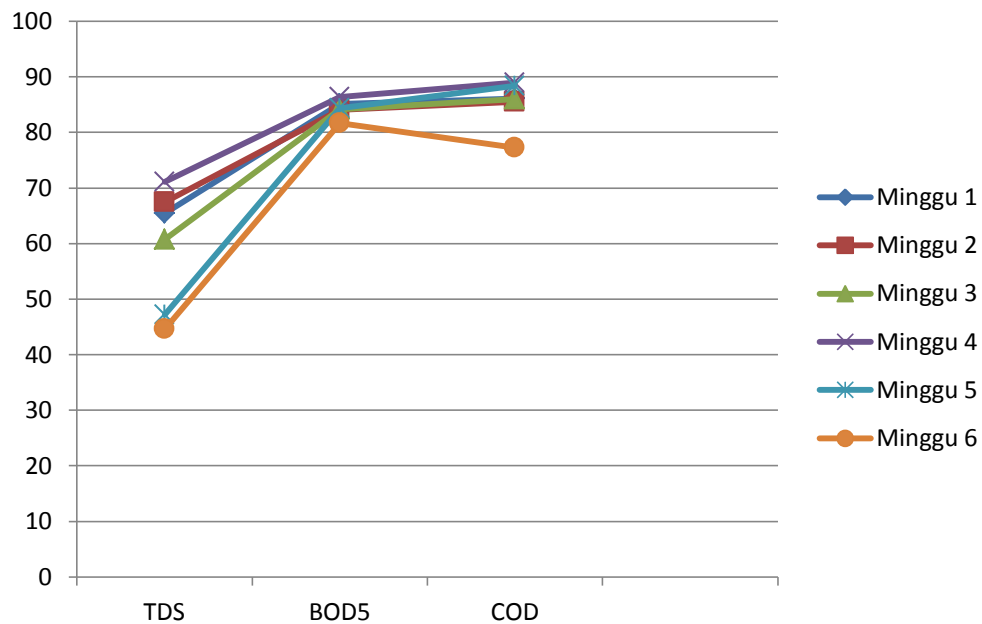
IV.2.2 Kualitas Air Limbah Effluent Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetland

Setelah air limbah *laundry* mengalami pengolahan di sistem *wetland*, dilakukan sampling dan pengujian laboratorium selama 6 minggu dengan parameter utama yaitu; BOD₅, COD, TSS, dan pH yang tercantum pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Kualitas Air Limbah Effluent Sub Surface Flow Constructed Wetland

Parameter															
Sampel	TSS (mg/L)			% Efektifitas TSS	pH			BOD5 (mg/L)			% Efektifitas BOD5	COD (mg/L)			%Efektifitas COD
Baku Mutu	200				6-9			50				100			
Sebelum Pengolahan	48.65				8.6			182.8				346.8			
Sesudah Pengolahan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	%Efektifitas Rata-Rata	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	%Efektifitas Rata-Rata	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	%Efektifitas Rata-Rata
Minggu 1	16.88	17	16.6	65.41	7.8	7.8	7.8	27.32	27.5	26.9	85.10	48.15	48.5	47.9	86.11
Minggu 2	18.5	20.1	8.9	67.45	8	7.8	7.8	28	29.5	29.7	84.10	46.51	52.7	51.9	85.48
Minggu 3	19.65	19.1	18.5	60.77	7.8	8	8	29.55	29.1	28	84.20	52.3	47.5	46.51	85.94
Minggu 4	14.5	14.7	12.9	71.13	7.6	7.6	7.6	24.6	24.3	25.6	86.41	37.74	37.9	38.8	89.00
Minggu 5	26.65	25.7	24.65	47.24	7.6	7.6	7.6	28.9	28.9	27.9	84.37	40.55	41.3	38.55	88.43
Minggu 6	27.8	27.3	25.8	44.57	7.8	7.8	7.8	32.9	32.5	34.9	81.71	78.4	78.1	80.4	77.23
Efektifitas Rata-rata				59.43	Masih dalam rentang pH normal						84.31				85.36

*Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2014



Gambar 15 Persentase Efektivitas Pengurangan Parameter Air Limbah

Berdasarkan Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 15 diketahui bahwa terjadi fluktuasi efektifitas namun tetap berada pada rentang baku mutu yang dipersyaratkan. Setelah dilakukan penghitungan persentase efektifitas pengurangan nilai parameter sebagai indikator pencemar, diketahui rata-rata persentase efektifitas pengurangan TSS adalah sebesar 59.43%, efektifitas penurunan BOD₅ adalah 84.31%, dan efektifitas penurunan COD adalah sebesar 85.36%. Persentase penurunan parameter terbesar adalah pada parameter COD.

BAB V PEMBAHASAN

V.1 Kondisi Awal Air Limbah

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu staf *laundry* Bali Kandi, air limbah yang dihasilkan oleh *laundry* Bali Kandi dihasilkan secara periodik dengan rata-rata dua sesi dalam satu hari yaitu pada pagi hari dan siang atau sore hari. Kuantitas air limbah yang dihasilkan tidak menentu dikarenakan setiap hari jumlah bahan cucian/ linen yang datang tidak menentu tiap sesi dalam sehari. Selain itu, sumber cucian beragam dengan kuantitas yang tidak sama setiap harinya. Meski sumber cucian didominasi dari kamar pasien rumah sakit, namun terkadang terdapat cucian yang berasal dari ruang operasi dan ruangan lainnya di rumah sakit. Selain sumber cucian, jenis noda yang ada pada cucian dan kuantitasnya juga tidak sama tiap sesi dan tiap hari. Terkadang terdapat noda darah, noda muntah, noda tinja, noda karat, dan jenis noda berat lainnya pada cucian sehingga diperlukan penggunaan bahan pembersih khusus untuk menghilangkan noda tersebut dari pakaian. Dalam air limbah yang dihasilkan oleh *laundry* juga terdapat serat-serat kain yang ikut terpisah selama proses pencucian. Hal-hal tersebut berpengaruh pada kualitas air limbah yang dihasilkan.

Kualitas air limbah yang dihasilkan oleh *laundry* pada dasarnya melewati baku mutu yang ditetapkan kecuali untuk parameter TSS dan pH. Nilai parameter air limbah *laundry* dalam penelitian ini, yaitu pada parameter TSS, COD, dan BOD₅ masih lebih rendah dibandingkan dengan nilai parameter air limbah *laundry* dari penelitian Suwerda dkk. (2013). Nilai parameter yang melewati baku mutu biasanya disebabkan oleh penggunaan produk-produk *laundry*. Bahan-bahan dari produk-

produk *laundry* yang berkontribusi dalam parameter air limbah khususnya parameter BOD₅, COD, dalam air limbah *laundry* adalah surfaktan dan builder. Produk *laundry* konvensional dan produk *laundry* yang berasal dari supplier yang digunakan oleh *Laundry* Bali Kandi mengandung surfaktan dengan jenis yang berbeda-beda meliputi; Alkyl Benzene Sulfonate, Linier Alkyl Benzene Sulfonate, dan Alpha Olefin Sulfonate, Texapon (Sodium Lauryl Ether Sulphate), dan Nonylphenol. Sedangkan untuk builder yang terkandung dalam deterjen mengandung builder Sodium Tripolifosfat sebagai bahan yang umum ditemukan dalam deterjen (Effendi. 2003; Yu dkk. 2008). Senyawa organik yang banyak dalam surfaktan dan builder tersebut berpengaruh terhadap peningkatan nilai parameter BOD₅, COD dalam air limbah (Fardiaz. 1992; Effendi. 2003).

Tingginya nilai BOD₅ dan COD dalam air limbah *laundry* disebabkan oleh adanya penggunaan berbagai jenis deterjen yang dengan kandungan surfaktan yang berbeda-beda di dalamnya (Yu dkk. 2008). Selama proses pencucian, jenis deterjen yang digunakan menyesuaikan dengan jenis noda yang ada dalam cucian sehingga *laundry* Bali Kandi menggunakan lebih dari satu jenis deterjen dalam satu sesi pengoperasian pencucian. Kandungan surfaktan yang merupakan senyawa organik kompleks dalam air limbah akan meningkatkan kebutuhan oksigen bagi mikroorganisme dan senyawa oksidan untuk menguraikan bahan-bahan organik tersebut sehingga nilai BOD₅ dan COD akan meningkat. Sebelum pertengahan April 2015, *Laundry* Bali Kandi hanya menggunakan deterjen-deterjen konvensional yang terdiri atas tiga jenis surfaktan yang umum baik secara terpisah ataupun dikombinasikan dalam satu produk, yaitu Alkyl Benzene Sulfonate, Linier Alkyl Benzene Sulfonate, dan Alpha Olefin Sulfonate, namun sejak pertengahan April 2015, pola penggunaan deterjen berubah menjadi penggunaan deterjen yang berasal

dari supplier sebagai deterjen utama dengan kandungan surfaktan Texapon (Sodium Lauryl Ether Sulphate) dan Nonylphenol sehingga nilai BOD₅ dan COD dalam air limbah yang dihasilkan ikut berubah akibat perubahan jenis surfaktan dengan kompleksitas senyawa organik yang berbeda dengan surfaktan pada deterjen-deterjen konvensional meski *laundry* juga masih menggunakan beberapa deterjen konvensional dalam pengoperasian pencucian (Fardiaz. 1992; Effendi. 2003; Yuddkk. 2008).

V.2 Efektivitas Model Sistem Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands

Efektivitas pengurangan nilai parameter air limbah telah berada diatas 80% pada semua parameter, kecuali TSS, dari minggu 3,5 dan 6, sedangkan untuk parameter BOD₅ dan COD peningkatan efektivitas pengurangan nilai parameter di atas 80% sudah dimulai pada Minggu I pengambilan sampel air efluen. Efektivitas pengurangan nilai parameter yang berada di bawah 65% disebabkan oleh berbagai faktor yaitu; ukuran filter batu vulkanik yang relative besar dan kuantitas dan kualitas air limbah yang masuk tidak sama pada setiap sesi pencucian.

Ukuran batu yang digunakan sebagai filter idealnya berukuran 0,8-1,6 cm, namun dalam penelitian ukuran filter yang digunakan berukuran 2-3 cm dengan tebal lapisan 25cm dan 10-15 cm dengan tebal 15cm, artinya ukuran filter masih 2 kali lebih besar dari yang seharusnya sehingga hasil pengolahan tidak berjalan dengan optimal. Ukuran filter yang besar juga tidak menyediakan pori-pori yang banyak sehingga bakteri yang menempel lebih sedikit yang menyebabkan proses degradasi bahan-bahan pencemar dalam air limbah tidak berlangsung secara optimal. Selain itu, pori-pori yang sedikit juga mempengaruhi filtrasi padatan sehingga ukuran filter yang besar dengan pori-pori yang sedikit menyebabkan proses

penyaringan dan penahanan partikel padatan dalam air tidak optimal (Vymazal 2002). Ukuran filter yang digunakan dalam sistem *wetland* juga dibuat agar tidak melebihi ukuran yang seharusnya dikarenakan ukuran yang terlalu besar akan mempengaruhi ruang antar filter dan distribusi air limbah pada sistem.

Ukuran filter yang besar memperbesar ruang antar filter sehingga laju air limbah laundry dalam sistem lebih cepat dari yang seharusnya. Ukuran filter yang besar juga menyebabkan distribusi air limbah yang tidak merata pada sistem menyebabkan perbedaan laju air limbah pada setiap titik dalam sistem. Laju air limbah *laundry* di dalam sistem yang cepat menyebabkan waktu kontak air limbah *laundry* dengan filter berlangsung singkat sehingga durasi pengolahan bahan-bahan organik dan bahan lain dalam air limbah *laundry* berlangsung lebih cepat dan tidak optimal. Di lain sisi, laju air limbah yang berbeda di setiap titik dalam sistem akan menyebabkan ketidakseimbangan proses pengolahan air limbah *laundry* yang menyebabkan terdapat beberapa titik yang tidak optimal mengolah air limbah *laundry* (Environmental Protection Agency. 2000; Lavrova dan Koumanova. 2013).

Efektivitas pengurangan TSS yang paling rendah dibandingkan dengan parameter lainnya. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan padatan terlarut yang sulit dipisahkan oleh sistem *wetland*. Kandungan padatan terlarut dalam air limbah *laundry* sebagian besar terdiri dari bahan-bahan produk-produk *laundry* berbasis sodium pada deterjen dan pemutih yang sangat larut dalam air sehingga memerlukan proses khusus untuk memisahkan padatan tersebut dan sisanya merupakan padatan terlarut yang mudah dipisahkan dari air limbah *laundry* (Patterson. 2000). Selama proses pengolahan, tidak diberikan perlakuan khusus pada air limbah sebelum dialirkan ke dalam sistem sehingga proses pengurangan TSS dalam air limbah hanya mengandalkan proses sedimentasi dan filtrasi pada padatan terlarut yang mudah

dipisahkan dan disaring oleh filter. Selain itu, sistem *wetland* yang memiliki ukuran filter yang besar tidak bekerja secara optimal dalam menyaring dan menahan padatan tersebut dalam sistem akibat jumlah pori-pori yang sedikit dalam filter yang berukuran besar tersebut (Environmental Protection Agency. 2000; Vymazal. 2002). Efektivitas pengurangan nilai TSS diatas 65% pada minggu 1,2 dan 4, namun performa pengurangan nilai TSS akan lebih optimal apabila ukuran filter dibuat lebih kecil dibandingkan dengan ukuran filter yang diterapkan dalam penelitian ini (Vymazal. 2002).

Efektivitas pengurangan nilai parameter BOD₅, COD, minggu 1 dan 4 memiliki nilai yang cukup tinggi. Hal tersebut disebabkan antara Minggu 2 dan 3 yang berlangsung pada pertengahan April, terjadi penambahan produk *laundry* dari supplier sebagai produk utama dan penggunaan produk *laundry* konvensional yang tetap meski kuantitasnya tidak sebanyak sebelumnya menyebabkan perubahan jumlah kandungan bahan organik dalam total air limbah yang masuk ke sistem selama satu minggu. Kandungan jenis surfaktan yang lebih sedikit dalam produk supplier menyebabkan kandungan bahan organik dalam air limbah lebih sedikit sehingga kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan-bahan organik tersebut. Pengambilan sampel air limbah *laundry* yang belum diolah dilakukan pada pertengahan April sehingga dapat diasumsikan nilai parameter BOD₅, COD, lebih rendah apabila dibandingkan dengan nilai parameter sampel air limbah *laundry* yang belum diolah sebelum pertengahan April. Hal tersebut terlihat dari perbandingan nilai parameter Minggu 1 dan 2 dengan nilai parameter sampel air limbah *laundry* yang belum diolah. Nilai parameter COD pada Minggu 1 dan 2 lebih besar daripada nilai parameter COD sampel air limbah *laundry* yang belum diolah. Selain perubahan pola penggunaan produk *laundry*, terjadi inkonsistensi jumlah

penggunaan produk-produk *laundry* yang bergantung pada jumlah cucian dan jenis noda pada cucian tiap sesi pengoperasian *laundry* menyebabkan perbedaan jumlah kandungan bahan organik dalam air limbah yang dihasilkan tiap sesi (Fardiaz. 1992; Effendi. 2003).

Hal lain yang berpengaruh terhadap performa pengurangan nilai TSS yang masih di bawah 65% adalah kinerja antara tanaman, filter dan mikroorganisme dalam sistem. Ukuran filter yang besar menyebabkan terganggunya pertumbuhan tunas tanaman yang ditanam dalam sistem dikarenakan terganggunya alur tumbuh tanaman sehingga pertumbuhan tunas lambat dan sedikit. Hal tersebut menyebabkan jumlah mikroorganisme dalam sistem lebih sedikit dari jumlah yang seharusnya ketika ukuran filter dan jumlah pori-pori dalam filter sesuai dengan kondisi yang optimal selama sistem beroperasi dalam 6 minggu penelitian. Ukuran filter yang besar menyebabkan sedikitnya bahan organik yang dipecah menjadi ukuran yang sesuai untuk didegradasi oleh mikroorganisme yang jumlahnya sedikit dalam sistem maupun bahan kimia pengoksidasi dalam sistem. Hal tersebut berpengaruh terhadap perkembangan persentase efektivitas BOD₅ dan COD yang terjadi pada sistem ini (Environmental Protection Agency. 2000; Lavrova dan Koumanova. 2013). Sedangkan pada pengurangan nilai Total Fosfat yang berada di bawah 65% disebabkan oleh kurang optimalnya degradasi dan adsorpsi oleh mikroorganisme, tanaman, serta filter. Jumlah mikroorganisme yang sedikit menyebabkan proses degradasi fosfat khususnya jenis fosfat yang memiliki susunan kompleks lambat sehingga jumlah fosfat yang dapat diadsorpsi sedikit. Jumlah tanaman yang bertambah sedikit dan pori-pori filter yang sedikit menyebabkan adsorpsi fosfat sedikit (Tousignant dkk. 1999; Priya dkk. 2013)

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Simpulan

1. Pengoperasian sistem *Horizontal Flow Sub-surface Flow Constructed Wetland* pada *Laundry* Bali Kandi mampu mengurangi semua parameter air limbah khususnya TSS, BOD₅, pH dan COD.
2. Pengurangan tersebut membuat nilai parameter air limbah yang sudah di olah berada di bawah baku mutu sehingga lebih aman dibuang ke lingkungan dengan rata-rata pengurangan nilai TSS sebesar 59.43%, BOD₅ sebesar 84.31%, dan COD sebesar 85.36%.
3. Prosentase efektifitas TSS yang rendah disebabkan antara lain oleh ukuran media filter yang masih 2 kali dari ukuran yang disarankan. Ukuran batu yang digunakan sebagai filter idealnya berukuran 0,8-1,6 cm, namun dalam penelitian ukuran filter yang digunakan berukuran 2-3 cm dengan tebal lapisan 25cm dan 10-15 cm dengan tebal 15cm, artinya ukuran filter masih 2 kali lebih besar dari yang seharusnya sehingga hasil pengolahan tidak berjalan dengan optimal

VI.2 Saran

Untuk mengoptimalkan hasil, penelitian selanjutnya sebaiknya memerhatikan waktu pembuatan dan waktu observasi efektivitas dari sistem. Sebaiknya survey lokasi yang menentukan penempatan sistem, jenis limbah yang akan diolah serta penentuan titik pembuatan saluran masuk dilaksanakan lebih awal sehingga waktu penelitian bisa difokuskan pada pembuatan sistem. Fokus pembuatan yang dimaksud adalah pemecahan substrat menjadi ukuran-ukuran yang umum dan sesuai dengan

referensi dengan toleransi maksimal berukuran 2 cm sehingga hasil pengolahan lebih optimal.

Selain teknis sistem, penelitian selanjutnya sebaiknya memerhatikan alokasi dana penelitian terutama dalam alokasi proporsi pengujian sampel sebelum dan sesudah pengolahan serta jenis parameter yang akan diuji. Misalnya agar data parameter air limbah sebelum diolah oleh sistem lebih reliabel, dilaksanakan pengujian air limbah sebelum diolah oleh sistem selama satu minggu dan observasi dan pengujian air limbah setelah diolah oleh sistem dilaksanakan selama 4 minggu dengan parameter yang lebih sedikit sesuai dengan kebutuhan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika, SS. (1984). *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Anonim (2011). *Manual Teknis Sanitasi Komunal Peri Urban*. PAMSIMAS
- Pemerintah Kota Denpasar (2008). *Status Lingkungan Hidup Kota Denpasar Tahun 2008*.
- Ahmad, M.A.B. (2009). *Colour Reduction From Water Sample Using Adsorption Process by Agro - Waste By – Product*. Thesis. Malaysia : Universiti Teknologi Malaysia.
- Anonim.(2001). “*Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*”.
- Barros, L.A.F., Leal Filho, L.S., dan Peres, A.E.C., (2000). *Technical Note Plant Practice Innovations In A Fosfate Concentrator*. Dept of Minning Engineering, USP, Brazil.
- Crolla, A (2004) *Constructed Wetland In Canada*, ATAU Course Notes. Collège d’ Alfred – University of Guelph.
- Droste, R. L., (1997). *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment Disposal*, John Willey & Sons Inc, New York
- Galbrand, C., Lemieux, I. G., Ghaly, A. E., Cote, R. & Verma, M. (2008). Water Quality Assesment of A Constructed Wetland Treating Landfill Leachate and Industrial Park Runoff. *American Journal of Environmental Sciences*, 4 (2), 111-120.
- Gill, R. (2010). *Igneous Rocks and Processes: A Practica Guide*. New York: John Wiley & Sons.
- Ginting, P. (2007). *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*, Bandung, CV. Yrama Widya.
- Haberl, R., and Langergraber, H., (2002), *Constructed wetlands: a chance to solve wastewater problems in developing countries*. *Water Science Technology*. 40:11–17.
- Hammer, D.A. (1989). *Constructed Wetland for Wastewater Treatment – Municipal, Industrial and Agricultural*. Lewis Publisher. Chelsea, Michigan.
- IWA Specialist Group (2000). *Constructed Wetlands for Pollution Control: Processes, Performance, Design and Operation*. IWA Publishing. London
- Lim, W.H., Tay, T.H. and Kho, B.L. (2002). Plants Used in the Putrajaya Wetland System and Problems Associated with Their Establishment and Maintenance.

Lorion, Renee, (2001). *Constructed Wetlands: Passive Systems for Wastewater Treatment*. National Network of Environmental Management Studies. U.S. Environmental Protection Agency

Mahida. (1984). *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri Pangan*. CV. Rajawali. Jakarta.

Mara, D. (2004). *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries*. Earthscan, London.

McBirney, A.R. (2007). *Igneous Petrology*. Burlington: Jones & Bartlett Learning.

Supradata,(2005). Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus alternifolius*, Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (*SSF-Wetlands*). *Magister Ilmu Lingkungan*. Universitas Diponegoro

Tuladhar, B., Shrestha, P. & Shrestha, R., (2003). *Decentralised Wastewater Management Using Constructed Wetlands*. Urban Sanitation.

Vymasal, J. (2005). *Horizontal Sub-surface Flow and Hybrid Constructed Wetlands Systems for Wastewater Treatment*. *Ecological Engineering* 25 (2005) 478–490.

Wardhana, I.W, Handayanai, D.S., RAchmawati, D.I (2009). *Penurunan Kandungan Phosphate pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (Laundry) Menggunakan Karbon Aktif dari Sampah Plastik dengan Metode Batch dan Kontinyu: Studi Kasus Limbah Cair Industri Laundry Lumintu Tembalang, Semarang*. *Jurnal Teknik*. Vol. 30. No.2

Water Pollution Control Federation. (1990). *Natural Systems for Wastewater Treatment. Manual of Practice FD-16*, Chapter 9. Alexandria, VA.

Wong, YS. (1997). *Mangrove Wetland As Wastewater Threatmen Facility : A Field Trip*. *Hidrobiologia* Vol 352: 49-59. Kluwer Academic Publisher : Belgium.

LAMPIRAN

1. Dokumentasi Penelitian

Foto	Keterangan
	Reaktor Penelitian
	Proses penanaman bibit tanaman pada reaktor
	Sampling Effluent
	Pertumbuhan tanaman dan bunga pada reaktor

LAMPIRAN 2. SUSUNAN ORGANISASI TIM PENELITI DAN PEMBAGIAN TUGAS

No	Nama/NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	I Gede Herry Purnama, ST., MT., MIDEA /0015027605	PS IKM	Rekayasa Lingkungan	4	Desain reaktor, pengamatan reaktor selama berlangsungnya penelitian
2	Sang Gede Purnama, SKM., M.Sc	PS IKM	Kesehatan Masyarakat/Lingkungan	4	Pengamatan reaktor selama penelitian berlangsung dan pengambilan sampel air limbah

LAMPIRAN 3. BIODATA KETUA DAN ANGGOTA PENELITI

KETUA PENELITI

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	I Gede Herry Purnama, ST., MT., MIDEA
2	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
3	Jabatan Struktural	Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan, PS-IKM, FK – Unud
4	NIP	19760215 2000 03 1 004
5	NIDN	0015027605
6	Tempat, Tgl. Lahir	Singaraja, 15 – 02 – 1976
7	Alamat Rumah	Jl. Gn Mas, Gg. Kidul No. 10
8	No. Telp (HP)	081353177559
9	Alamat Kantor	PS – IKM, FK – Unud
10	No. Telp	0361 - 7448773
11	Email	patjoel@yahoo.com
12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 12 orang
13	Mata Kuliah yang Diampu	<ol style="list-style-type: none">1. Dasar- dasar Kesehatan Lingkungan2. Sanitasi dan Air Bersih3. Pengolahan Limbah Padat dan Cair4. Analisis Kualitas Lingkungan5. Pemberdayaan Masyarakat Bidang Kesehatan Lingkungan6. Analisis Resiko dan Sistem Manajemen Lingkungan7. Kesehatan Lingkungan8. Pengetahuan Berbasis Lapangan

B. Riwayat Pendidikan

Program	S1	S2	S2
Nama Perguruan Tinggi	ITS - Surabaya	ITS - Surabaya	Monash University - Australia
Bidang Ilmu	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan	International Development and Environmental Analysis
Tahun Masuk	1994	2002	2006
Tahun Lulus	1999	2004	2008
Judul Skripsi/Thesis	Pemanfaatan Ferro Sulfat untuk Menurunkan	Studi MRF di TPS Perumnas Monang-maning	Village Spatial Planning in Aceh

	Warna Air Limbah Pencelupan		
Nama Pembimbing	Joni Hermana	Yulinah Trihadiningrum	Craig Thorburn

C. Pengalaman Penelitian 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp.)
1	2011	Penurunan kandungan BOD, COD, TSS, dan Warna pada air limbah industri pencelupan kain dengan menggunakan reaktor Constructed Wetlands	DIPA	10.000.000,-
2	2013	PENGOLAHAN AIR LIMBAH BINATU (LAUNDRY) DENGAN REAKTOR MULTIMEDIA FILTER MENGGUNAKAN MEDIA BATU VULKANIK (BATU BARAK – TAJUN) DAN KARBON AKTIF	PS-IKM	9.000.000,-

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp.)
1	2011	Penggunaan pestisida yang aman kepada para petani di toya bungkah	DIPA	4.500.000,-
2	2011	Penggunaan karikatur untuk pemberdayaan pengelolaan sampah anak SD di Denpasar	DIPA	4.500.000,-
3	2012	Penyuluhan tentang STBM di Desa Taro dan Pengotan	DIPA	4.500.000,-
4	2013	Pengembangan Wirausaha Sanitasi di Kubu	DIPA	45.000.000,-

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor	Nama Jurnal
1	Tri Hita Karana as the basic philosophy of Balinese Political Ecology: a case study of traditional Balinese agricultural organization Subak	Vol. 2	Water Supply Management System and Social Capital

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan/ Seminar Ilmiah 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu & Tempat
1	2nd Int'l Workshop On Water Supply Management and Social Capital	Tri Hita Karana as the basic philosophy of Balinese Political Ecology: a case study of traditional Balinese agricultural organization Subak	15-16 Maret 2010, Surabaya
2	APLAS 2012	The sustainability of Community Based Solid Waste Management/ MRF in Denpasar: a review on Building capacity of Stakeholders	8-11 October 2012, Denpasar
3	4th Int'l Seminar on Environmental Engineering	Analysis of Services Quality to Customer Satisfaction of Denpasar Sewerage Development Projects (DSDP) in Denpasar	25-26 Juni 2013, Denpasar

G. Pengalaman Penulisan Buku 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit

H. Pengalaman Perolehan HKI dalam 5-10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	No.P/ID

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penelitian : Dosen Muda.

Denpasar, 18 Januari 2015
Pengusul



I Gede Herry Purnama, ST., MT., MIDEA

ANGGOTA TIM PENELITIAN

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Sang Gede Purnama, SKM, MSc	L/P
2.	Jabatan Fungsional	Asisten ahli	
3.	Jabatan Struktural		
4.	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	132326472	
5.	NIDN	0011098401	
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Denpasar, 11 september 1984	
7.	Alamat Rumah	Jl. Gn. Guntur XXVI no 16	
8.	Nomor Telepon/Faks /HP	087739176777	
9.	Alamat Kantor	Jl. PB Sudirman Denpasar	
10.	Nomor Telepon/Faks	0361 7448773	
11.	Alamat e-mail	Sang_gede@yahoo.co.id	
12.	Lulusan yang telah dihasilkan	S-1= 70 orang; S-2= ...Orang; S-3= Orang ...	
13.	Mata Kuliah yg diampu	1. Dasar-dasar kesehatan lingkungan 2. Pengendalian vektor 3. Kesehatan makanan dan minuman 4. Pengolahan air bersih 5.	

B. Riwayat Pendidikan

Program	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Udayana	Universitas Gajah Mada
Bidang Ilmu	Kesehatan masyarakat	Kedokteran Tropis
Tahun Masuk	2002	2010
Tahun Lulus	2006	2012
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Analisis strategis RS Puri Raharja	Uji resistensi dan pemeriksaan transovarial nyamuk Aedes
Nama Pembimbing/Promotor	Dr. Rai Mulyawan, M.Kes	Tri Baskoro, MSc, PhD

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber *)	Jml (Juta Rp.)
1.	2012	Kepadatan jentik dan survei maya index Kecamatan Denpasar Selatan, Bali	Dosen Muda	7500.000
2.	2010	<i>Sexual Behaviour, condom use and HIV risk in Rural Area, Gianyar, Bali Province,</i>	YKIP	40.000.000
3.	2010	<i>review of the Water Supply Project in Munti Gunung, Karangasem, Bali.</i>	Yayasan Dian Desa	40.000.000
4.	2009	<i>Male Involvement in Reproductive and Maternal Health: Knowledge, Attitudes and Practices in Bali</i>	Burnet institute	60.000.000
Dst.				

*) Tuliskan sumber pendanaan : PDM, SKW, Pemula, Fundamental, Hibah Bersaing, Hibah Pekerti, Hibah Pascasarjana, Hikom, Stranas, Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional, RAPID, Unggulan Stranas atau sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber *)	Jml (Juta Rp.)
1.	2012	Pelatihan pencegahan DBD di Seseetan	Dipa Unud	4000.000
2.	2009	Pelatihan system pertanian terintegrasi di Desa Kuwum, mengwi	Dipa Unud	4000.000
3.	2009	Pelatihan Penanggulangan rabies di Ungasan	Dipa Unud	4000.000
4.	2008	Pelatihan pencegahan bahaya merokok	Dipa Unud	4000.000
Dst.				

*) Tuliskan sumber pendanaan : Penerapan IPTEKS – SOSBUD, Vucer, Vucer Multitahun, UJI, Sibermas, atau sumber dana lainnya

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor	Nama Jurnal
1.	Pemanfaatan limbah cair pengolahan tahu untuk memproduksi spora bacillus thuringiensis sebagai biokontrol nyamuk	Vol 1 No 1 2012	Archive of community health
2.	Promosi kesehatan di sekolah pada remaja dalam pencegahan HIV	Vol 11 No 2 2011	Jurnal Udayana mengabdikan

3.	Surveilans kasus diare di Karangasem Bali	Vol 4, No 4 2010	Jurnal Kesehatan Masyarakat
----	---	---------------------	-----------------------------------

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral pada Pertemuan/ Seminar Ilmiah dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	International workshop on water supply management system and social capital	<i>Review of the Water Supply Project in Munti Gunung, Karangasem, Bali.</i>	15-16 March 2010, Surabaya.
2.	International Congress IX on AIDS in Asia and the Pacific	<i>Male Involvement in Reproductive and Maternal Health: Knowledge, Attitudes and Practices in Bali</i>	Bali 9-13 August 2009
3.	International Congress IX on AIDS in Asia and the Pacific	<i>HIV/AIDS and STDs intervention among HIV/AIDS risk-taking village men of three sub-districts in the south coast of Gianyar, Bali,</i>	Bali 9-13 August 2009
4.	Diskusi Pers Tokoh	Polusi udara dan kesehatan lingkungan	Denpasar, 1 Maret 2009

G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.				
2.				
3.				
4.				
Dst.				

H. Pengalaman Perolehan HKI dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Thema HKI	Tahun	Jenis	No.P/ID
1.				
2.				
3.				
4.				
Dst.				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1.				

2.				
3.				
4.				

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Australian Leadership Award (ALA) for Short course	AUSAID	2010
2.	Presentasi terbaik dalam PKM 2006	DIkti	2006
3.	Juara 3 Karya tulis ilmiah	Unud	2005
4.			
Dst.			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penelitian : dosen muda

Denpasar, 19 Januari 2014

Pengusul,



(Sang G. Purnama, SKM, MSc)

PEMBIMBING PENELITIAN

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Ir. I Nengah Sujaya, M.Agr.Sc., Ph.D.	L
2.	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala	
3.	Jabatan Struktural	-	
4.	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	196612311993111002	
5.	NIDN	0031216651	
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Tabanan 31 Januari 1966	
7.	Alamat Rumah	Jl Trgal Wangi II, Gg Cempaka Indah No 11, Denpasar	
8.	Nomor Telepon/Faks /HP	081338661516	
9.	Alamat Kantor	JL PB Sudirman Denpasar	
10.	Nomor Telepon/Faks	0361 7448773	
11.	Alamat e-mail	sakabali@hotmail.com	
12.	Lulusan yang telah dihasilkan	S-1= 27 orang; S-2= 5 Orang; S-3= 1 Orang	
13.	Mata Kuliah yg diampu	6. Mikrobiologi Umum	
		7. Mikrobiologi Industri	
		8. Bioteknologi	
		9. Bioteknologi Pangan	
		10. Bioteknologi Pakan	
		11. Mikrobiologi Lanjut	
		12. Biologi	
		13. Manajemen Penyehatan Makanan dan Minuman	
		14. HACCP	

B. Riwayat Pendidikan

Program	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Univ Udayana	Univ Hokkaido	Univ Hokkaido
Bidang Ilmu	Pertanian (Tek Pengolahan Hasil pertanian)	Mikrobiologi Terapan	Mikrobiologi Terapan
Tahun Masuk	1986	1997	1999
Tahun Lulus	1991	1999	2002
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Pengaruh Natrium Sorbat Terhadap Kualitas Dendena Kalung	Lactic Acid Bakterai in Ragi Tape	Studies of Microflora in Brem Fermentation using a dry starter, ragi tape
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. I K Sulandra, MS	Prof. Fusao Tomita	Prof. Fusao Tomita

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir
(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber *)	Jml (Juta Rp.)
1	2010-2011	Biological functions of lactic acid bacteria associated with Sumbawa mare milk 2010	Global Center of (Obihiro U. Japan)	In kind
2	2010	Genetic diversity of <i>Lactobacillus rhamnosus</i> isolated from sumbawa mare milk	Obihiro University, Japan	In kind
3	2009	Pengembangan Probiotik <i>Bifidobacterium</i> sp F39B3A dan <i>Lactobacillus</i> sp F213 sebagai probiotik endogen Indonesia untuk penanganan travellers diarrhea	Rusnas DIPA UNUD	100
4	2010	Pengembangan <i>Lactobacillus</i> sp F213 sebagai probiotik endogen Indonesia untuk menangani travelers diarrhea	Rusnas DIPA UNUD	100
5	2008	Kolonisasi <i>Lactobacillus paracasei</i> F16 pada saluran pencernaan mencit	Unggulan Udayana	50
6	2008	Modulasi Pertumbuhan <i>Bifidobacterium breve</i> JCM1273 pada sekum tikus dengan ekstrak pisang mukun dalam upaya pengembangan probiotik <i>Bifidobacterium breve</i> berbasis konsumsi pisang mukun	DIKTI PHB	50
7	2009	Analisis patogroup serta keragaman genetik <i>E coli</i> patogen yang diisolasi dari penderita kejadian luar biasa muntak berak di karangasem	Hibah Unggulan Udayana	50
8	2009	Stimulasi Pertumbuhan <i>Lactobacillus</i> sp F213 pada saluran pencernaan mencit dengan susu kedelai: Pengembangan metode deteksi <i>Lactobacillus</i> sp F213 dengan Polymerase chain reaction random amplified polymorphic DNA	PHB, Dikti	50
9	2010	Stimulasi Pertumbuhan <i>Lactobacillus</i> sp F213 pada saluran pencernaan mencit dengan susu kedelai: Efek sinbiotik <i>Lactobacillus</i> sp F213 pada saluran pencernaan mencit dengan susu kedelai	Dikti, PHB	50
10	2011	Stimulasi Pertumbuhan <i>Lactobacillus</i> sp F213 pada saluran pencernaan mencit dengan susu kedelai: Efek sinbiotik <i>Lactobacillus</i> sp F213 pada saluran pencernaan mencit dengan susu kedelai	Dikti, PHB	50
11	2009	Microbial Functions in the Tropics, industrial application of yeast from <i>Brem</i> Bali	Global Center of Excellent (Obihiro U. Japan) -UNUD CC	In kind
12	2010	Determination of Oligosaccharide isolated from Pisang Mukun,	Obihiro Global Center of Excellent (Obihiro U. Japan)	In kind
13	2012	Pengembangan Probiotik <i>Lactobacillus</i> sp SKG34 serta formulasinya dalam bentuk bahan pangan fungsional	PHB Dikti	50
14	2012	Ketahanan probiotik <i>Lactobacillus</i> sp F213 pada saluran pencernaan dan kemampuannya	Unggulan Udayana DIPA	35

		menurunkan kolesterol darah	Unud	
15	2012	Pengaruh konsumsi biogurt dari <i>Lactobacillus rhamnosus</i> SKG34 terhadap kadar kolesterol dan stimulasi sistem imun pada manusia	Unggulan Udayana PNB Unud	50
16	2012	Resistance of <i>Lactobacillus</i> sp F213 in Human Gastrointestinal tract revealed by DNA based analysis of fecal microbiome	PNBP Unud Hibah kerjasama Internasional	145
17	2013	Resistance of <i>Lactobacillus</i> sp F213 in Human Gastrointestinal tract revealed by DNA based analysis of fecal microbiome	PNBP Unud Hibah kerjasama Internasional	125
19	2013	Cemaran mikrobiologi pangan enik Bali dianalisis dengan teknik pemupukan dan PCR spesifik gen virulensi patogen penyebab keracunan pangan	PUPT, BOPTN	75,25
20	2013	Pengembangan probiotik <i>Lactobacillus</i> sp SKG34 serta formulasinya sebagai pangan fungsional	PHB, Dikti	50
21	2013	Identifikasi Molekuler Dan Karakterisasi <i>Lactobacillus</i> Spp Isolat Feses Bayi Untuk Pengembangan Probiotik	PNBP	50

*) Tuliskan sumber pendanaan : PDM, SKW, Pemula, Fundamental, Hibah Bersaing, Hibah Pekerti, Hibah Pascasarjana, Hikom, Stranas, Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional, RAPID, Unggulan Stranas atau sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2008	Kaporitasi dan penyuluhan cara hidup bersih dan sehat di Kecamatan Selat, 30 Maret 2008	Ketua DIPA, Unud	4.000.000,-
2	2008	Pengentasan Kemiskinan dan kesehatan: pemanfaatan pertanian terintegrasi	Anggota British council	Foundstarling 5,000
3	2009	Upaya meningkatkan dampak pemanfaatan pertanian terpadu di desa kuwum, Kecamatan Mengwi, Kab. Badung, 26 Oktober 2009	Anggota DIPA, Unud	4.000.000,-
4	2009	Pendampingan Cara Hidup Bersih bagi pedagang Kaki lima di Kalurahan Penatih, 2 Oktober 2009	Ketua DIPA, Unud	4.000.000,-
5	2013	Penerapan Teknologi Biogas Untuk Pengolahan Kotoran Ternak Babi Di Desa Subamia Tabanan	IbM, Dikti	50.000.000

*) Tuliskan sumber pendanaan : Penerapan IPTEKS – SOSBUD, Vucer, Vucer Multitahun, UJI, Sibermas, atau sumber dana lainnya

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor	Nama Jurnal
1.	Potensi <i>Lactobacillus</i> spp isolat susu kuda sumbawa sebagai probiotik	9:33-40 (2008)	J. Vet.
2.	Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari susu kuda sumbawa.	9:52-59 (2008)	J. Vet.
3	Eksopolisakarida dari <i>Lactobacillus</i> spp isolate susu kuda sumbawa dan potensinya sebagai prebiotik	12: 136-144 (2011)	J.Vet

4	Molecular characterization of the relationships among <i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Rhizopus oryzae</i> and <i>Rhizopus delemar</i> .	73 (4): 861-864 2009	Biosci. Biotechnol. Biochem.,
5	Pembinaan pedagang kaki lima untuk meningkatkan hygiene dan sanitasi pengolahan dan penyediaan makanan di desa Penatih, Denpasar Timur.	9(1); 16-19 (2010)	Udayana Mengabdi
6	Diversity of bacterial flora of Indonesian ragi tape and their dynamics during the tape fermentation as determined by PCR-DGGE	17: 239-245 2010	International Food Research Journal
7	Baking Properties of <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Strains Derived from Brem, a Traditional Rice Wine in Bali.	17(4):369-373. (2011)	J food Sci. Technol. Res
8	Isolation of probiotic properties Lactobacilli from Sumbawa mare milk.	76(10);120385-1-7 (2012).	Bioscie. Biotechnol. Biochem.

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral pada Pertemuan/ Seminar Ilmiah dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional Pariwisata dan Kesehatan. Denpasar 24 Maret 2008.	I Nengah Sujaya. Keamanan Makanan Tradisional Bali Tantangan Bagi Kesehatan Masyarakat Dan Peluangnya Dalam Pencitraan Pariwisata Bali. Seminar Nasional Pariwisata dan Kesehatan. Denpasar 24 Maret 2008.	Udayana University Udayana University
2	International Symposium on Probiotic from Asian Traditional Fermented Foods for Healthy Gut Function. Sari Pan Pacific Hotel, Jakarta Indonesai. Aug. 19-20, 2008.	I N Sujaya, NMU Dwipayanti, NLP Suariani, NP Widarini, NW Nursini, KA Nocianitri, Y Ramona. Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Sumbawa Mare Milk. International Symposium on Probiotic from Asian Traditional Fermented Foods for Healthy Gut Function. Sari Pan Pacific Hotel, Jakarta Indonesai. Aug. 19-20, 2008.	Sari Pan Pacific Hotel, Jakarta Indonesai
3	PIT PERMI, Purwokerto, 22-23 Agustus 2008.	K A Nicianitri, IDG Mayun Perमान, I N Sujaya. Skrining Lactobacillus spp untuk pengembangan probiotik berbasis susu kedelai. PIT PERMI, Purwokerto, 22-23 Agustus 2008.	Purwokerto,
4	PIT PERMI, Purwokerto, 22-23 Agustus 2008.	K A Nicianitri, IDG Mayun Perमान, I N Sujaya. Skrining Lactobacillus spp untuk pengembangan probiotik berbasis susu kedelai. PIT PERMI, Purwokerto, 22-23 Agustus 2008.	Purwokerto,
5	PIT PERMI, Purwokerto, 22-23 Agustus 2008.	I N Sujaya, NMU Dwipayanti, NLP Suariani, NP Widarini, NW Nursini, KA Nocianitri, Y Ramona. Isolasi dan karakterisasi lactobacilli dari susu kdua sumbawa. . PIT PERMI, Purwokerto, 22-23 Agustus 2008.	Purwokerto,
6	Seminar Lactic Acid Bacteria and Culture Collection: Their Role in	I N Sujaya, NP Desy A., NW Nursini, KA Nocianitri, Y Ramona, DM Sukrama, K. Asano, F Tomita. Indonesian Indigenous Lactic Acid Bacteria: Their	Jogjakarta,

	Food, Health, Industry and the Important of Management of Culture Collection. Jogjakarta, January 16-17. 2009	potential Application and conservation for sustainable usage. Seminar Lactic Acid Bacteria and Culture Collection: Their Role in Food, Health, Industry and the Important of Management of Culture Collection. Jogjakarta, January 16-17. 2009	
7	Seminar Lactic Acid Bacteria and Culture Collection: Their Role in Food, Health, Industry and the Important of Management of Culture Collection. Jogjakarta, January 16-17. 2009	K A Nocianitri, IDG Mayun Permana, K. Asano, M Tanaka, I N Sujaya. Isolation and Cahracterization of Soy Milk Fermenting Lactic Acid Bacteria from Infant Feces. Seminara Lactic Acid Bacteria and Culture Collection: Their Role in Food, Health, Industry and the Importanct of Management of Culture Collection. Jogjakarta, January 16-17. 2009	Jogjakarta,
8	. International conferebbe on “Biotechnology for sustainable future”. 15-16 September 2009. Denpasar.	I Nengah Sujaya. Bifidogenic nature of Banana: a preliminary study on development of banana base bifidobacterial probiotic. International conferebbe on “Biotechnology for sustainable future”. 15-16 September 2009. Denpasar.	Unud
9	. International conferebbe on “Biotechnology for sustainable future”. 15-16 September 2009. Denpasar.	1,2 K.A Nocianitri, 3P. S Andila, 1,3Y. Ramona, 1,4I N. Sujaya. Development Of DNA Based Method, Random Amplified Polymorphic DNA, For Detection Of <i>Lactobacillus</i> Sp In The Gastrointestinal Tract. International conferebbe on “Biotechnology for sustainable future”. 15-16 September 2009. Denpasar .	Unud
10	. International conferebbe on “Biotechnology for sustainable future”. 15-16 September 2009. Denpasar.	¹ NP. Desy Aryantini, ¹ W. Nursini, ^{1,2} K.A. Nocianitri, ^{1,3} Y.Ramona, ^{1,4} I.N.Sujaya. Molecular Identification And Genetic Diversity Of Bifidobacteria Isolated From Infants Feces. International conferebbe on “Biotechnology for sustainable future”. 15-16 September 2009. Denpasar.	Unud
11	. International conferebbe on “Biotechnology for sustainable future”. 15-16 September 2009. Denpasar.	I N. Sujaya. Penelusuran Penyebab Kejadian Luar Biasa Muntah Berak Di Kabupaten Karangasem Tahun 2008. International Symposium on Public Health. State of Public Health: Global, Regional Local. Medan, October 15-17, 2009.	Medan
12	Seminar HKI, Pemahaman advokasi HKI Bagi Kebudayaan Tradisional Bali dan Invensi Akademik. Tgl 2-3 September 2009.	I Nengah Sujaya. Material Transfer Agreement (in Academia). Seminar HKI, Pemahaman advokasi HKI Bagi Kebudayaan Tradisional Bali dan Invensi Akademik. Tgl 2-3 September 2009.	Unud
13	International Symposium on Bioscience and Biotechnology, Udayana University, 14-17 Sept. 2010.	I N. Sujaya 2010. Development of Probiotic for Diarrheagenic Pathogens. International Symposium on Bioscience and Biotechnology, Udayana University, 14-17 Sept. 2010.	Unud
14	2 nd International Conference on Bioscience and Biotechnology, Udayana University, Bali,	W. Nursini ¹ , NP. Desy Aryantini ¹ , K.A. Nocianitri ² , Y. Ramona ^{1,3} , W. Redi Aryanta ⁴ and I N Sujaya ^{1,5 *)} . Colonization of <i>Lactobacillus</i> sp. F2 in the Intestinal Tract and its Functional Effect to Reduce Blood Cholesterol Content of Rats (<i>Rattus Norvegicus</i>). The	Unud

	Indonesai, 23-24 Sept. 2010.	2 nd International Conference on Bioscience and Biotechnology, Udayana University, Bali, Indonesai, 23-24 Sept. 2010.	
15	2 nd International Conference on Bioscience and Biotechnology, Udayana University, Bali, Indonesai, 23-24 Sept. 2010.	A.A. Nanak Antaraini ¹ , N.P. Desy Aryantini ² I W. Redi Aryanta ³ and I N. Sujaya ^{2,4} . Microbiological, Biochemical and Sensorial Characteristics of Fermented Milk Produced by Probiotic <i>Lactobacillus</i> sp. SKG34. The 2 nd International Conference on Bioscience and Biotechnology, Udayana University, Bali, Indonesia, 23-24 Sept. 2010.	Unud
16	2 nd International Conference on Bioscience and Biotechnology, Udayana University, Bali, Indonesai, 23-24 Sept. 2010.	N.P. Desy Aryantini ¹ , W. Nursini ¹ , A.A. Nanak Antaraini ² , K. A. Nocianitri ^{1,3} , Y. Ramona ^{1,4} , W Redi Aryanta ^{1,5} , and I N. Sujaya ^{1,6*} Genetic Identification and Carbohydrates Metabolisms of <i>Lactobacillus</i> sp. SKG34, a Bile-salt Hydrolyzing <i>Lactobacillus</i> Isolated From Sumbawa Mare Milk. The 2 nd International Conference on Bioscience and Biotechnology, Udayana University, Bali, Indonesai, 23-24 Sept. 2010.	Unud
17	International Seminar of Indonesian Society for Microbiology, Bogor Indonesia 4-7 Oct. 2010	Komang Ayu Nocianitri ¹ , Ni Wayan Nursini ² , Wayan Redi Aryanta ¹ , I Nengah Sujaya ^{2,3§} . 2010. Survival of <i>Lactobacillus</i> sp. F213 in the Gastrointestinal Tract of Rats and Its Cholesterol Lowering Capability, International Seminar of Indonesian Society for Microbiology, Bogor Indonesia 4-7 Oct. 2010	Bogor
18	International Seminar of Indonesian Society for Microbiology, Bogor Indonesai 4-7 Oct. 2010.	I Nengah Sujaya ^{1,2 §} , Anak Agung Nanak Antaraini ³ , Ni Putu Desy Aryantini ² , Yan Ramona ^{2,4} , Wayan Redi Aryanta ⁵ . 2010. Survival of <i>Lactobacillus</i> sp. SKG34 in Fermented Milk. International Seminar of Indonesian Society for Microbiology, Bogor Indonesai 4-7 Oct. 2010.	Bogor
19	Seminar Nasional Kesehatan Perkotaan (Urban Health), UniversitsUdayana,	I Nengah Sujaya ^{1,2} dan Kimiko Minamida ³ . 2010. Konsumsi <i>Neo-Sugar</i> Merupakan Strategi Berbasikan Bahan Pangan Guna Pencegahan Penyakit Saluran Pencernaan Pada Masyarakat Perkotaan. Seminar Nasional Kesehatan Perkotaan (Urban Health), UniversitsUdayana,	Unud
20	Int. Symposium of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria, Jogjakarta 22-23 Jan 2011	K.A. Nocianitri ² , W. Nursini ¹ , NP. Desy Aryantini ¹ , , Y. Ramona ^{1,3} , W. Redi Aryanta ⁴ and I N Sujaya ^{1,5 *} . Resistance of <i>Lactobacillus</i> sp. F2 in the Intestinal Tract and its Functional Effect to Reduce Blood Cholesterol Content of Rats. Int. Symposium of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria, Jogjakarta 22-23 Jan 2011	Jogjakarta
21	Int Symposium of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria, Jogjakarta 22-23 Jan 2011	I N. Sujaya ^{1,5*} , N.P. Desy Aryantini ¹ , W. Nursini ¹ , K. A. Nocianitri ^{1,2} , Y. Ramona ^{1,3} , W Redi Aryanta ^{1,5} Development of Indonesian Indigenous <i>Lactobacilli</i> as Probiotic for Diarrheagenic <i>Escherichia coli</i> . Int Symposium of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria, Jogjakarta 22-23 Jan 2011	Unud
22	The 4th International seminar of Indonseian Society for Microbiology	I Nengah Sujaya ^{1,3} , A. Eka Suryadarma ² , NP Desy Aryantini ³ , Yan Ramona ^{2,3} . In Vitro Adhesion of <i>Lactobacillus</i> spp. on Rat Enterocytes.. The 4th	Unud

	and IUMS-ISM Outreache Programon Food Safety. Indonesian Microbial Diversity and global impact. 22-14 June 2011. Udayana University, Bali. Indonesia.	International seminar of Indonseian Society for Microbiology and IUMS-ISM Outreache Programon Food Safety. Indonesian Microbial Diversity and global impact. 22-14 June 2011. Udayana University, Bali. Indonesia.	
23	The 4th International seminar of Indonseian Society for Microbiology and IUMS-ISM Outreache Programon Food Safety. Indonesian Microbial Diversity and global impact. 22-14 June 2011. Udayana University, Bali. Indonesia.	Ni Putu Desy Aryantini ¹ , Ni Wayan Nursini, Komang Ayu Nocianitri ^{1,2} , Yan Ramona, Yuji Oda, Tadasu Urashima, Redi Aryanta, I Nengah Sujaya' Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Bali Cattle. The 4th International seminar of Indonseian Society for Microbiology and IUMS-ISM Outreache Programon Food Safety. Indonesian Microbial Diversity and global impact. 22-14 June 2011. Udayana University, Bali. Indonesia.	Unud
24	The 4th International seminar of Indonseian Society for Microbiology and IUMS-ISM Outreache Programon Food Safety. Indonesian Microbial Diversity and global impact. 22-14 June 2011. Udayana University, Bali. Indonesia.	K. A. Nocianitri, IDG. Mayun Permana, I N. Sujaya isolation and characterization of <i>lactobacillus</i> spp. for development of soy milk based probiotic. The 4th International seminar of Indonseian Society for Microbiology and IUMS-ISM Outreache Programon Food Safety. Indonesian Microbial Diversity and global impact. 22-14 June 2011. Udayana University, Bali. Indonesia.	Unud
25	The 3 International conference on bioscience and biotechnology, BALI Sept. 21-22, 2011	I Nengah Sujaya' Ni Putu Desy Aryantini, Shi Tala, Ni Wayan Nursini, Komang Ayu Nocianitri, Yan Ramona ¹ , Tadasu Urashima, Redi Aryanta. Physiology and genetic characterization of <i>Lactobacillus rhamnosus</i> from sumbawa mare milk. The 3 International conference on bioscience and biotechnology, BALI Sept. 21-22, 2011	Unud
26	The 6th Asian Conference on Lactic acid bacteria. XIII International congress of Bacteriology and Applied Micribiology. 8-10 September 2011. Sapporo, Japan	I N. Sujaya, N.P. Aryantini, S. Tala, Y. Ramona, F. Kenji, Y. Oda, ³ T. Urashima. 2011. Taxonomic Diversities And Probiotic Properties Of <i>Lactobacillus Rhamnosus</i> Strains Isolated From Sumbawa Mare Milk. The 6th Asian Conference on Lactic acid bacteria. XIII International congress of Bacteriology and Applied Micribiology. 8-10 September 2011. Sapporo, Japa	Sapporo, Japan
27	The 7th Asian Conference on Lactic Acid Bacteria, 6-8 September 2013.	Lactic Acid Bacteria in Human Intestine	New Delhi, India
28	The 6th International Seminar of Indonesia Siociety for Microbiology and the 11th Congress of Indonesia Society for	Development of Specific Probiotic from Indonesian Microbial Resources	Aston Hotel, Pontianak, West Kalimantan

	Microbiology, 16-19 Oct 2013	
--	------------------------------	--

G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Pemikiran Kritis Guru Besar Unud Bidang Agroekoteknologi (Editor)	ISBN 978 602 8566 21 6 (2009)	276	UNUD PRESS
2	Pemikiran Kritis Guru Besar Unud Bidang Kesehatan(Editor)	ISBN 978 602 8566 18 6 (2009)	425	UNUD PRESS
3	Pemikiran Kritis Guru Besar Unud Bidang Sastra dan Budaya (Editor)	ISBN 978 602 8566 23 0 (2009)	363	UNUD PRESS
4	Pemikiran Kritis Guru Besar Unud Bidang Berbagai Bidang Ilmu (Editor)	ISBN 978 602 9042 02 3(2010)	421	UNUD PRESS
5	Pemikiran Kritis Guru Besar Unud Bidang Berbagai Bidang Ilmu (Editor)	ISBN 978 602 9042 61 0 (2011)	492	UNUD PRESS

H. Pengalaman Perolehan HKI dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Thema HKI	Tahun	Jenis	No.P/ID
1.	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
2.				
3.				
Dst.				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1.	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
2.				
3.				
Dst.				

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)


No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Dosen Berprestasi Unud II	Unud	2006
2.	Dosen Berprestasi Unud II	Unud	2007
3.	Peneliti Terbaik Unud, III bidang eksakta	Unud	2009
Dst.			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penelitian : Peneliti Unggulan Perguruan Tinggi

Denpasar 15 Maret 2013
Pengusul,




Ir. I Nengah Sujaya, M.Agr.Sc., Ph.D.

(.....)
NIP. 19661231199311 1002