

# Seminar Nasional

Program Studi Teknologi Industri Pertanian bekerjasama dengan  
Asosiasi Profesi Teknologi Agroindustri (APTA)

## PERAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN DALAM PEMBANGUNAN AGROINDUSTRI YANG BERKELANJUTAN DI INDONESIA

Penyunting :

Dr. Ir. Luh Putu Wrasianti, MP

I G A Lani Triani, S.TP., MSi

I Wayan Arnata, S.TP., MSi

Disain Sampul dan Penata Letak :

I Komang Eka Putera Wiratnyana, S.TP

Penerbit :

Jurusan Teknologi Industri Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Udayana

Bukit Jimbaran-Badung

Bali

Januari 2013

**ISBN :**

ISBN 978-602-7776-25-8



## KATA PENGANTAR

Pada kesempatan ini kami mengucapkan puji syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan berkahNyalah Prosiding Seminar nasional dengan tema ***Peran Teknologi Industri Pertanian dalam Pembangunan Agroindustri yang Berkelanjutan di Indonesia*** yang merupakan kerjasama antara PS Teknologi Industri Pertanian dengan Asosiasi Profesi Teknologi Agroindustri dapat diselesaikan dengan baik. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang telah direvisi dan diseminarkan pada Seminar Nasional yang diselenggarakan pada Tanggal 2 sampai dengan Tanggal 3 November 2012 di Gedung Program Pascasarjana Universitas Udayana, Denpasar, Bali.

Prosiding ini kami susun sesuai dengan topik-topik yang telah dikelompokkan pada seminar nasional yang telah berlangsung. Topik-topik tersebut adalah Rekayasa Proses dan Pengendalian Mutu (Topik I), Manajemen dan Sistem Industri (Topik II), serta Bioindustri dan Lingkungan (Topik III).

Kami mengucapkan terimakasih atas peran serta para pemakalah dan peserta seminar sehingga seminar nasional ini dapat meningkatkan komunikasi ilmiah di kalangan akademisi, praktisi industri dan pemerintah. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Universitas Udayana, Program Pascasarjana Universitas Udayana, Fakultas teknologi Pertanian Universitas Udayana atas segala fasilitas yang diberikan, Tiara Dewata Group, Denpasar Children Centre, Linggih Centre, Hatten Wine, Pemda Tk II Kabupaten Gianyar, Perusahaan Pocari Sweat, dan Pusat Studi Ketahanan Pangan LPPM Universitas Udayana atas bantuan dananya dalam mendukung terselenggaranya seminar dan tersusunnya prosiding ini. Kami juga menyadari bahwa prosiding ini belum sempurna sehingga kami sangat mengharapkan saran dan masukan yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga prosiding seminar nasional ini bermanfaat bagi kita semua.

Bukit Jimbaran, Januari 2013

Penyunting

## SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS UDAYANA

Puji syukur patut kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nyalah penyusunan prosiding dapat diselesaikan. Prosiding tersebut merupakan hasil dari Seminar Nasional dengan tema "Peran Teknologi Industri Pertanian dalam Pembangunan Agroindustri yang Berkelanjutan di Indonesia" yang diselenggarakan oleh PS. Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian (FTP), Universitas Udayana bekerjasama dengan Asosiasi Profesi Teknologi Agroindustri (APTA) pada tanggal 2-3 Nopember 2012 di Denpasar, Bali.

Pelaksanaan seminar nasional yang dilaksanakan selain dalam rangka ulang tahun emas Unud, ulang tahun ke-28 FTP, juga sebagai kegiatan tahunan APTA, dimaksudkan pula sebagai media diseminasi hasil-hasil penelitian, juga untuk menambah wawasan dan ikut berperan serta dalam pembangunan agroindustri berkelanjutan. Pembangunan agroindustri yang ditujukan untuk meningkatkan nilai tambah hasil-hasil pertanian perlu keterlibatan dan keterpaduan yang erat diantara semua pemangku kepentingan, sehingga benar-benar mencapai sasaran untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Pada kesempatan ini tidak lupa ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada para keynote spekares, pemakalah, peserta serta sponsor yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan seminar ini. Penghargaan dan ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada panitia yang telah bekerja keras serta Tim Penyunting yang telah menyelesaikan penyusunan prosiding ini.

Akhirnya, kami berharap prosiding yang telah selesai disusun ini dapat memberikan wawasan dalam pembangunan agroindustri yang berkelanjutan serta dapat menjadi sumber informasi bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Bukit Jimbaran, Januari 2013  
Dekan FTP-Universitas Udayana

Prof. Dr. Ir. G.P. Ganda Putra, MP  
NIP.: 196209301988031001

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS UDAYANA .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>KEYNOTE SPEAKER</b>	
Ketua Kadin Provinsi Bali .....	2
Moch. Maksum Machfoedz .....	5
<b>SESI PARAREL I : TOPIK REKAYASA PROSES DAN PENGENDALIAN MUTU .....</b>	<b>9</b>
Deteksi Metilasi- Asam Propanoat, 2- Trimetilsilil Oksi Trimetilsilil Ester Hasil Derivatisasi 8ohdg Dengan Gc-Ms Oleh : Suaniti, NM .....	10
Antioxidant Level and Sensory of Dragon Fruit Peel Tea Infusion Made by Partially Fermented Process Oleh : Anjar Ruspita Sari .....	15
Aplikasi <i>Control Chart</i> Pada Pengendalian Mutu di Stasiun Sortasi Produk Ikan Teri Nasi Pt Kelola Mina Laut Unit Sumenep Oleh : Askur Rahman .....	24
Evaluasi Mutu, Gejala Chilling Injury Dan Level Antioksidan Pada Jambu Dalhari ( <i>Syzygium samarangense</i> ) Cv. Dalhari Selama 14 Hari Penyimpanan Oleh : Fahrizal Yusuf Affandi .....	36
Pemanfaatan Ekstrak Kasar Polisakarida Larut Air Umbi Gembili ( <i>Dioscorea esculenta</i> L.) Pada Pembuatan Cake Oleh : Herlina .....	47
Pengembangan Pangan Fungsional Es Krim Bekatul (Kajian Penambahan Tepung Bekatul Dan Susu Cair Rendah Lemak) Oleh : Juwita Ratna Dewi .....	59
Peningkatan Sifat Sensorik, Zat Gizi Dan Daya Antioksidan <i>Ledok</i> Instan dengan Penambahan Ubi Jalar Ungu Oleh : I Ketut Suter .....	70
Komposisi Kimia Minyak Atsiri Bungakamboja Cendana ( <i>Plumeria alba</i> ) Pada Perlakuan Lama Distilasi Oleh : Ni Made Wartini .....	80

Agroindustri Kopi Luwak Di Desa Way Mengaku Kecamatan Liwa, Lampung Barat Oleh : Mulyana Hadipernata .....	90
Pengembangan Selai Tomat Sebagai <i>Industrial Product</i> Dengan Pendekatan <i>Value Engineering</i> Oleh : Nafis Khuriyati .....	103
Optimasi Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dan Waktu Bleaching Serat Lidah Mertua ( <i>Sansevieria trifasciata</i> L.) Pada Proses Pembuatan Benang Pakan Oleh : Exsien Setyorini .....	115
Aplikasi Pembekuan Sebagai Perlakuan Pendahuluan Pada Proses Produksi Chip <i>Salak</i> Oleh : Luh Putu Wrsiati .....	128
Pengembangan Produk Dan Kemasan <i>Herbal Curcuma Candy</i> Berdasarkan Spesifikasi Kebutuhan Konsumen Oleh : Anna Shofa .....	140
Tepung Cangkang Rajungan : Metode Pembuatan dan Analisis Kimia Oleh : Sri Hastuti .....	152
Aplikasi <i>Commodity System Assessment Method</i> pada Penanganan Pascapanen Jeruk Keprok ( <i>Citrus reticulata</i> ) dari Kecamatan Pupuan Sampai Denpasar Oleh : Sri Mulyani .....	163
Pulsa Listrik Kejut (Pef), Perlakuan Awal Untuk Peningkatan Efisiensi Ekstraksi Minyak Atsiri Oleh : Sukardi .....	169
Aplikasi Metode <i>QFD (Quality Function Deployment)</i> Untuk Peningkatkan Kualitas Produk Suwar-Suwir Oleh : I.B. Suryaningrat .....	182
Aplikasi <i>Pulse Treatment</i> Untuk Memperpanjang Umur Simpan Bunga Mawar ( <i>Rosa hybrida</i> ) Potong Segar Oleh : Shyntia Atica Putri .....	193
Pemanfaatan Kulit Buah Nipah ( <i>Nypa fructicans wurmb</i> ) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Benang Pakan (Kajian Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Dan Konsentrasi Ca(OH) <sub>2</sub> ) Dan Aspek Teknologi Industri Pertaniannya Oleh : Widelia Ika Putri .....	203
Analisis Pengendalian Mutu Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) Dan Taguchi Pada Usaha Roti (Studi Kasus Di UD. Sapta Bakery Madiun) Oleh : Silvy Eka Arianti .....	217

## **SESI PARAREL II : TOPIK MANAGEMEN INDUSTRI ..... 232**

Analisis Dan Pengembangan Model <i>Supply Chain Risk Management</i> Untuk Produk Sayuran Oleh : Adi Djoko Guritno .....	233
Penilaian Prestasi Kerja Dan Pemberian Insentif Finansial Berdasarkan Kompetensi Pada CV. Agronas Gizi Food Batu Oleh : Bayu Waskito P .....	243
<i>Artificial Life</i> Menggunakan Metoda <i>Lindermayer System (L-System)</i> Pada Model Visualisasi Objek Tanaman Oleh : Atris Suyantohadi .....	250
Aplikasi Logika <i>Fuzzy</i> Dalam Formulasi Strategi Pengembangan Agroindustri Perikanan Di Wilayah Kabupaten Oleh : Bambang Herry Purnomo .....	260
Analisis Keseimbangan Lintasan Produksi <i>Fillet</i> Ikan Kakap Merah Oleh : Burhan .....	273
Pengembangan Model Asesmen Orgaware Pada Perusahaan Jasa Flight Catering Pt <i>Aerofood</i> (ACS) Denpasar Oleh : Cokorda Anom Bayu Sadyasmara .....	283
Perumusan Strategi Pemasaran Dodol Mangga Podang (Studi Kasus Di Kelompok Tani "Makmur Jaya" Kediri) Oleh : Dhita Morita Ikasari .....	294
Formulasi Strategi Bersaing Di Sentra Kerajinan Kulit Manding, Kabupaten Bantul Oleh : Diklusari Isnarosi Norsita .....	303
Strategi Pengembangan Wisata Kuliner Pantai Goa Cemara Berbasis <i>Education for Sustainable Development</i> (EfSD) Oleh : Guntarti Tatik Mulyati .....	317
Inovasi Untuk Pembangunan Inklusif Melalui Pemberdayaan UMKM Berbasis Pengembangan Industri Pengolahan Komoditi Unggulan Daerah Menuju Kompetensi Inti Industri Di Daerah Oleh : Hesty Heryani .....	332
Pengaruh Motivasi, Budaya Organisasi, Dan Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan (Studi Kasus Pada Koperasi Agro Niaga Jabung Malang) Oleh : Ernita Delliami .....	341
Strategi Minimasi Resiko Pada Proses Pengembangan Produk Sosis Coklat Oleh : Imam Santoso .....	356

Strategi Pengembangan Model Agrowisata Berkelanjutan Berbasis Pemberdayaan Masyarakat Di Provinsi Bali Oleh : I Ketut Satriawan .....	365
Pengembangan Industri Minuman Sari Apel Di Kota Batu Melalui Pendekatan <i>Marketing Intelligence</i> Dan Aliansi Starategis Oleh : Mas'ud Effendi .....	374
Aplikasi <i>Analytical Network Process</i> dan <i>Conditional Probability Co-Occurrences Matrix</i> Untuk Permodelan Bisnis UMKM Bakpia Tela Ungu Oleh : Mirwan Ushada .....	387
Analisis Sistem Pemasaran Mi Iris Bangkok Di Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Yogyakarta Oleh : Novita Erma Kristanti .....	403
Analisis Persepsi Konsumen Terhadap <i>Puree</i> Mangga Podang Dengan Metode <i>Importance Performance Analysis</i> (Studi Kasus Pada UKM Sari Buah dan Dodol di Kota Batu) Oleh : Sakunda Anggarini .....	410
Penurunan Pemborosan Sumber Daya Pada Industri Sekoteng Dengan Pendekatan Pemetaan Aliran Nilai Oleh : Sandy Tio Pratama .....	427
Peningkatan Kualitas Layanan Dengan Metode <i>Quality Function Deployment</i> Berbasis Konsep <i>Kansei Engineering</i> (Studi Kasus di Gudeg Yu Narni, Yogyakarta) Oleh : Arina Ulfa Amira .....	438
Kajian Penerapan Life Cycle Assessment di Perikanan Laut Oleh : Wahyu Supartono .....	455
Aplikasi Model Persediaan Terintegrasi Untuk Pendistribusian Tahu Dalam Multi Echelon <i>Supply Chain</i> (Studi Kasus Di Tahu Rds, Singosari-Malang) Oleh : Wike Agustin Prima Dania .....	464
Hak Dan Kewajiban Konsumen Dalam Standarisasi Halal Industri Kuliner di Indonesia Oleh : Winda Amilia .....	474
Identifikasi Kendala Pengembangan Klaster Industri Rumput Laut Menggunakan Interpretive Structural Modeling Oleh : Yuli Wibowo .....	486
<b>SESI PARAREL III : TOPIK BIOINDUSTRI DAN LINGKUNGAN .....</b>	<b>497</b>
Analisis Aspek Ergonomi Sortasi Akhir Pada Pengolahan Kopi Robusta Di Pt. J. A. Wattie Perkebunan Durjo Jember Oleh : Andrew Setiawan R. ....	498

Aplikasi <i>Edible Coating</i> Untuk Menurunkan Tingkat Kerusakan Jeruk Manis ( <i>Citrus sinensis</i> ) (Kajian Konsentrasi Karagenan Dan Gliserol) Oleh : Arie Febrianto Mulyadi .....	507
Produksi Glukosa Cair Dari Pati Ubi Jalar Melalui Proses Likuifikasi dan Sakarifikasi Secara Enzimatis Oleh : I Wayan Arnata .....	517
Identifikasi Kontaminasi Cemaran Aflatoksin Pada Kacang Tanah Menggunakan Metoda Pengolahan Citra Dan <i>K-Means Clustering</i> Oleh : Atris Suyantohadi .....	524
Mempelajari Bahan Gel Dan Konsentrasi Ekstrak Kunci Pepet ( <i>Kaempferia rotunda</i> L ) Sebagai Gel Repelan Nyamuk Serta Karakteristik Organoleptiknya Oleh : Bambang Admadi H. ....	534
Kajian Kuantitas Dan Karakteristik Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao Menggunakan Wadah Sistem “Termos” Untuk Produksi Asam Asetat Oleh : G.P. Ganda-Putra .....	548
Optimasi Proses Ekstraksi Serat Daun Lidah Mertua ( <i>Sansevieria Trifasciata</i> ) Sebagai Bahan Baku Kertas Oleh : Hendrix Yulis Setyawan .....	558
Bioaktivitas Dan Produk Olahan Tanaman Gaharu ( <i>Gyrinops versteegii</i> ) Oleh : Oka Adi Parwata .....	571
Karakteristik Dan Analisis Ekonomi Nata Dari Skim Santan Kelapa Hasil Samping Pengolahan <i>Virgin Coconut Oil</i> (VCO) Oleh : I Gusti Ayu Lani Triani .....	581
Potensi Limbah Nangka Dan Kotoran Kelinci Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Bokashi Oleh : Imelda Rinda Tanti .....	590
Reduksi <i>Waste</i> Untuk Perbaikan <i>Value Stream</i> Sistem Produksi Sarung Tangan Golf Callaway Diablo Menggunakan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> di Pt Adi Satria Abadi, Yogyakarta Oleh : Kun Fariyah .....	602
Identifikasi Gula Dan Oligosakarida Pada Ubi Jalar Khas Kalimantan Selatan Selama Penyimpanan Oleh : Rini Hustiany .....	613
Tepung Cangkang Rajungan : Metode Pembuatan dan Analisis Kimia Oleh : Sri Hastuti .....	622
Studi Reduksi Kadar H <sub>2</sub> S Pada Biogas Air Limbah Industri Tapioka Menggunakan Biofilter Kompos Oleh : Lathifa Indraningtyas .....	631



Kebutuhan Energi Dan Dampak Lingkungan Pada Produksi Bioetanol Dari Biomassa Tanaman Jagung Oleh : Wagiman .....	639
Aplikasi Natrium Alginat Dari <i>Sargassum</i> Dan <i>Padina</i> Sebagai Penstabil Alami Pada Es Krim Oleh : Wahyu Mushollaeni .....	649
<b>SESI POSTER .....</b>	<b>660</b>
Analisis Nilai Tambah Komoditas Tomat Dari Kecamatan Baturiti Menuju Kota Denpasar ( <i>Tomato Value Added Analysis From Baturiti Regency To Denpasar City</i> ) Oleh : I Wayan Gede Sedana Yoga .....	661
Pengaruh Komposisi Bagian Kunyit ( <i>Curcuma domestica</i> Val) dan Waktu Penghancuran Terhadap Kandungan Dan Aktivitas Antioksidan Kunyit Oleh : Amna Hartiati .....	672
Pemanfaatan Tepung Labu Kuning ( <i>Cucurbita moschata</i> ) Sebagai Sumber Karoten Dalam Pembuatan Mie Basah Oleh : A.A.M. Dewi Anggreni .....	682
Pengaruh Konsentrasi Kalium Bifosfat Sebagai Larutan Perendam Terhadap Karakteristik Jagung Manis ( <i>Zea mays saccharata sturt</i> ) Instan Oleh : GA Ekawati .....	689
Potensi Umbi Gembili ( <i>Dioscorea esculenta</i> L.) Sebagai Alternatif Pangan Di Indonesia Oleh : Herlina .....	697
Peramalan Jumlah Pasokan Buah Sebagai Upaya Optimalisasi Industri Jus Oleh : Iffan Maflahah .....	704
Jalur Distribusi, Margin Pemasaran Dan Margin Keuntungan Pada Pemasaran Daun Potong Hias Dari Kabupaten Karangasem dan Tabanan Ke Kota Denpasar dan Sekitarnya Oleh : Ida Ayu Mahatma Tuningrat .....	715
Kapasitas Antioksidan Daun Matoa ( <i>Pomitea pinnata</i> ) Oleh : Made Surya Pramana M .....	731
Identifikasi Penyebab Penurunan Kualitas Pada Proses Pengolahan, Pengemasan, Dan Pengiriman Produk <i>Coco Fiber</i> Oleh : I. B. Suryaningrat .....	738

## **STUDI REDUKSI KADAR H<sub>2</sub>S PADA BIOGAS AIR LIMBAH INDUSTRI TAPIOKA MENGUNAKAN BIOFILTER KOMPOS**

Lathifa Indraningtyas<sup>1</sup>, Udin Hasanudin<sup>2\*</sup>, Agus Haryanto<sup>3</sup>, Sugeng Triyono<sup>3</sup>, Sri Waluyo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

\*Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1. Bandar Lampung

Koresponden : Telp./Fax. 0721-700682, [thifa.indraningtyas@yahoo.co.id](mailto:thifa.indraningtyas@yahoo.co.id) ;  
[udinha@unila.ac.id](mailto:udinha@unila.ac.id); [udinhasan@yahoo.com](mailto:udinhasan@yahoo.com)

### **ABSTRAK**

Proses pemanfaatan air limbah tapioka menjadi biogas telah dilakukan pada skala laboratorium (50 liter), skala pilot (5 m<sup>3</sup>), skala industri kecil, hingga skala industri besar. Namun di beberapa industri tapioka, biogas yang dihasilkan belum dimanfaatkan secara optimal karena masih mengandung sejumlah zat pengotor seperti uap air dan H<sub>2</sub>S. Adanya H<sub>2</sub>S menyebabkan kemurnian biogas lebih rendah, menimbulkan pencemaran lingkungan, dan bersifat korosif bagi peralatan. Biofilter kompos yang mengandung konsorsium mikroba merupakan salah satu teknologi pemurnian biogas yang sederhana, relatif murah, namun handal dalam mereduksi kadar H<sub>2</sub>S biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme dan pengaruh laju pembebanan (*loading rate*) pada proses reduksi kadar H<sub>2</sub>S biogas air limbah industri tapioka menggunakan biofilter kompos. Reduksi kadar H<sub>2</sub>S biogas dilakukan menggunakan kolom biofilter kompos dengan peningkatan laju pembebanan (*loading rate*). Hasil yang diperoleh menunjukkan pada masing-masing laju pembebanan (*loading rate*) yang diberikan yakni 0,13 ; 0,26 ; 0,5 ; 0,8 ; dan 1,0 ml H<sub>2</sub>S/kg.menit dapat mereduksi kadar H<sub>2</sub>S biogas hingga kadar H<sub>2</sub>S outlet kurang dari 2ppm. Hasil ini mengindikasikan mikroba di dalam biofilter kompos bekerja efektif dalam mereduksi kadar H<sub>2</sub>S biogas melalui proses desulfurisasi. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa biofilter kompos merupakan teknologi yang baik diterapkan untuk mereduksi kadar H<sub>2</sub>S biogas air limbah industri tapioka.

Kata kunci: pemurnian biogas, H<sub>2</sub>S, dan biofilter kompos

### **PENDAHULUAN**

Ubi kayu merupakan komoditi pertanian yang utama di Provinsi Lampung. Luas tanam ubi kayu di Provinsi Lampung pada tahun 2012 adalah sekitar 352.374 Ha dengan luas panen sekitar 335.592 Ha dan jumlah produksi sebesar 8.533.351 ton (BPS, 2012). Produksi ubi kayu yang tinggi mendorong berdirinya industri tapioka skala kecil hingga skala besar. Beberapa industri tapioka telah melakukan pemanfaatan limbah yang berwujud padat serta air

limbahnya. Proses pemanfaatan air limbah industri tapioka menjadi biogas telah dilakukan pada skala laboratorium (50 liter), skala pilot (5 m<sup>3</sup>), skala industri kecil, hingga skala industri besar.

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik diantaranya kotoran manusia atau hewan, limbah domestik (rumah tangga), limbah agroindustri, sampah *biodegradable*, serta setiap limbah organik yang *biodegradable* dalam kondisi anaerobik. Purwati (2010) menjelaskan bahwa gas metana (CH<sub>4</sub>) dalam biogas merupakan gas rumah kaca dengan dampak pemanasan global 21 kali lebih tinggi dari CO<sub>2</sub>. Namun apabila dimanfaatkan, gas metana dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil. Hermawan *et al.* (2007) menyatakan bahwa biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembangkit listrik, pemanas ruangan, pemanas air, serta apabila dikompresi biogas dapat menggantikan gas alam terkompresi (CNG) yang digunakan pada kendaraan. Proses pemanfaatan biogas juga dapat menurunkan emisi gas rumah kaca yang merupakan salah satu wujud dari upaya mengurangi pemanasan global. Upaya pemanfaatan biogas ini dapat berkontribusi dalam pembangunan agroindustri yang berkelanjutan di Indonesia.

Proses pemanfaatan biogas di beberapa industri tapioka, saat ini masih belum optimal karena biogas yang dihasilkan masih mengandung sejumlah zat pengotor, seperti uap air dan hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S). Isdiyanto dan Hasanudin (2010) menjelaskan bahwa selain gas methana (CH<sub>4</sub>), terdeteksi pula karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan rata-rata sebesar 30.2 %, nitrogen (N<sub>2</sub>) sebesar 6,5 %, serta hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) sebesar 605 ppm. Konsentrasi H<sub>2</sub>S tersebut masih tinggi bila hendak dimanfaatkan untuk bahan bakar generator listrik yang umumnya mensyaratkan konsentrasi H<sub>2</sub>S maksimal 200 ppm. Adanya H<sub>2</sub>S mengakibatkan kemurnian biogas lebih rendah, menimbulkan pencemaran lingkungan, dan bersifat korosif bagi peralatan. Hal ini sejalan dengan Moenir dan Yuliasni (2011), yang menyatakan bahwa sulfur merupakan senyawa alami terkandung dalam minyak bumi ataupun gas, namun keberadaannya tidak diinginkan karena dapat menyebabkan berbagai masalah antar lain korosi pada peralatan proses, bau yang kurang sedap, produk samping pembakaran berupa gas buang yang beracun (sulfur dioksida, SO<sub>2</sub>), menimbulkan pencemaran udara, serta hujan asam. Oleh karena itu, perlu dilakukan tahap pemurnian untuk mengurangi kadar H<sub>2</sub>S dalam biogas.

Hasanudin dkk, (2012) menyatakan bahwa proses pemurnian biogas untuk menurunkan kandungan uap air dan H<sub>2</sub>S, telah banyak dilakukan dengan berbagai metode antara lain *water scrubber system*, *fero sponge H<sub>2</sub>S scrubber*, *H<sub>2</sub>S absorption system*, dan sebagainya. Namun kelemahan dari beberapa metode tersebut yaitu menggunakan teknologi

yang relatif tinggi dan biaya yang mahal. Hal ini akan menjadi kendala apabila diterapkan pada industri tapioka skala kecil sehingga pengembangan teknologi pemurnian biogas yang lebih sederhana dan murah perlu dilakukan. Biofilter kompos yang mengandung konsorsium mikroba merupakan salah satu teknologi pemurnian biogas yang sederhana, relatif murah, namun handal dalam mereduksi kadar  $H_2S$  biogas melalui proses desulfurisasi.

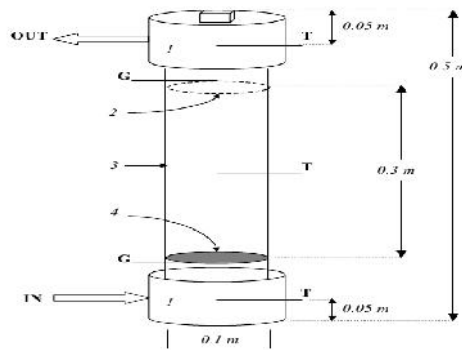
Desulfurisasi merupakan proses untuk menghilangkan senyawa sulfur dari aliran proses atau aliran produk. Pada dasarnya terdapat 2 cara desulfurisasi, yaitu dengan ekstraksi menggunakan pelarut, serta dekomposisi senyawa sulfur (umumnya dalam bentuk senyawa merkaptan, sulfida dan disulfida). Cara lain desulfurisasi adalah menggunakan bakteri (bio-desulfurisasi). Bio-desulfurisasi merupakan proses penghilangan sulfur dengan memanfaatkan metabolisme mikroorganisme, yaitu dengan mengubah hidrogen sulfida menjadi sulfur elementer dengan katalis suatu enzim hasil metabolisme mikroorganisme sulfur jenis tertentu, tanpa mengubah senyawa hidrokarbon dalam aliran proses. Reaksi yang terjadi adalah reaksi aerobik, dan dilakukan dalam kondisi lingkungan teraerasi. Keunggulan proses ini adalah dapat menghilangkan senyawa sulfur yang sulit disingkirkan, misalnya *alkylated dibenzothiophenes*. Jenis mikroorganisme yang digunakan untuk proses bio-desulfurisasi umumnya berasal dari *Rhodococcus sp* dan *Thiobacillus sp*. Penggunaan teknologi bio-desulfurisasi pada industri perminyakan dapat menurunkan  $H_2S$  sampai dengan 90%, tergantung dari konsentrasi dan spesifikasi gas  $H_2S$  yang diolah (NATCO, 2008)

Hasanudin dkk, (2012) menjelaskan bahwa penggunaan biofilter kompos yang disinyalir mengandung konsorsium mikroba diketahui dapat mereduksi  $H_2S$  dalam biogas. Hal tersebut sejalan dengan McKinsey Zicari (2003) yang melaporkan bahwa kompos kotoran sapi merupakan media yang berpotensi untuk menurunkan  $H_2S$  dalam biogas secara efektif dan ekonomis dengan efisiensi 80%. Kompos kotoran sapi mampu mengeliminasi  $H_2S$  dengan kapasitas 16 – 118 g per  $m^3$  kompos per jam tanpa pengendalian suhu, dan kadar air. Meskipun demikian, mekanisme penurunan sulfur, kondisi proses yang optimal, serta pengaruh laju pembebanan (*loading rate*) yang diberikan terhadap reduksi kadar  $H_2S$  dalam biogas masih perlu diteliti. Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui mekanisme dan pengaruh laju pembebanan (*loading rate*) pada proses reduksi kadar  $H_2S$  biogas air limbah industri tapioka menggunakan biofilter kompos.

## METODOLOGI

### A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah biogas dari beberapa industri tapioka di Provinsi Lampung yang memiliki kadar hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) lebih dari 1000 ppm. Peralatan yang digunakan meliputi 3 (tiga unit) biofilter kompos (*column*) yang bervolume sama dengan penambahan 1 kg kompos di dalam kolom biofilter (lihat Gambar 1). Selain itu, digunakan peralatan pada proses uji filtrasi dan analisis gas  $H_2S$  terdiri dari pengatur laju alir (*flowrate meter*), penampung biogas inlet dan outlet (*gas sampler*), serta gastech set yang digunakan untuk mengukur kadar  $H_2S$  inlet dan outlet.



Keterangan:	G = Gas Sampling Port	1 - PVC End Caps
	IN = Gas Sample Inlet	2 - Top of Bed
	OUT = Gas Sample Outlet	3 - PVC Pipe
		4 - Stainless Screen

Gambar 1. Skema kolom biofilter

### B. Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Pengumpulan data awal

Pengumpulan data awal adalah tahap pengujian kadar  $H_2S$  biogas inlet menggunakan gastech set dengan skala pengukuran gastech kit 100-2000 ppm. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kadar  $H_2S$  pada biogas dari beberapa industri tapioka yang akan digunakan untuk pengujian selanjutnya. Adanya  $H_2S$  pada biogas ditunjukkan dengan perubahan warna pada gastech kit dari putih menjadi kehitaman hingga mencapai skala tertentu. Skala tersebut menunjukkan besarnya kadar  $H_2S$  di dalam biogas. Selanjutnya, biogas yang digunakan untuk uji filtrasi menggunakan biofilter kompos adalah biogas dengan kadar  $H_2S$  tinggi (lebih dari 1000ppm).

## 2. Uji filtrasi biogas

Uji filtrasi biogas dilakukan dengan cara perlakuan aklimatisasi terlebih dahulu pada biofilter kompos. Kemudian dilakukan uji filtrasi dengan peningkatan laju alir agar diperoleh laju beban (*loadingrate*) yang meningkat. Laju beban yang diberikan masing-masing 0,13 ; 0,26 ; 0,5 ; 0,8 ; dan 1,0 ml H<sub>2</sub>S/kg kompos.menit. Setelah dilakukan uji filtrasi, biogas pada pipa outlet ditampung di dalam *gas sampler* untuk dianalisis kadar H<sub>2</sub>S setelah proses filtrasi. Uji kadar H<sub>2</sub>S pada pipa outlet dilakukan menggunakan gastech set dengan skala pengukuran gastech kit 2-20 ppm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian reduksi kadar H<sub>2</sub>S biogas air limbah industri tapioka menggunakan biofilter kompos yang telah dilakukan meliputi tahap pengumpulan data awal dan uji filtrasi memberikan hasil yang signifikan. Pada tahap pengumpulan data awal telah dilakukan pengujian kadar H<sub>2</sub>S pada biogas inlet dengan hasil pengukuran sebesar 1300 ppm. Hasil tersebut sangat tinggi jika dibandingkan dengan persyaratan kadar H<sub>2</sub>S di dalam biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Pemanfaatan biogas dan proses yang diperlukan

Pemanfaatan	Proses yang Diperlukan
Pemanasan (Boiler)	H <sub>2</sub> S < 1000 ppm, tekanan 0,8-2,5 kPa, hilangkan kondensat (untuk tungku dapur: H <sub>2</sub> S < 10 ppm)
Motor bakar dalam	H <sub>2</sub> S < 100 ppm, tekanan 0,8-2,5 kPa, hilangkan kondensat, hilangkan siloxane (Motor bensin lebih rentan terhadap H <sub>2</sub> S daripada motor diesel)
Mikroturbin	H <sub>2</sub> S toleran hingga 70,000 ppm, > 13,032 MJ/Nm <sup>3</sup> , tekanan 520 kPa, hilangkan kondensat, hilangkan siloxane
Fuel Cells	PEM: CO < 10 ppm, hilangkan H <sub>2</sub> S PAFC: H <sub>2</sub> S < 20 ppm, CO < 10 ppm, Halogen < 4 ppm MCFC: H <sub>2</sub> S < 10 ppm dalam bahan bakar (H <sub>2</sub> S < 0.5 ppm dalam <i>stack</i> ), Halogens < 1 ppm SOFC: H <sub>2</sub> S < 1 ppm, Halogen < 1 ppm
Motor Stirling	H <sub>2</sub> S < 1000 ppm, tekanan 1-14 kPa
Upgrade Natural Gas	H <sub>2</sub> S < 4 ppm, CH <sub>4</sub> > 95%, CO <sub>2</sub> < 2 % vol, H <sub>2</sub> O < (1×10 <sup>-4</sup> ) kg/MMscf, hilangkan siloxane dan partikulat, tekanan > 3000 kPa

Sumber : McKinsey Zicari (2003) dalam Hasanudin dkk, (2012)

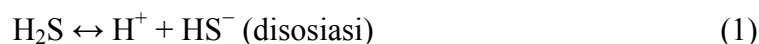
Selanjutnya pada proses uji filtrasi biogas menggunakan biofilter kompos dengan laju beban (*loadingrate*) sebesar 0,13 ; 0,26 ; 0,5 ; 0,8 ; dan 1,0 ml H<sub>2</sub>S/kg kompos.menit, diperoleh hasil pengukuran kadar H<sub>2</sub>S outlet kurang dari 2 ppm untuk seluruh laju beban yang diberikan (lihat Tabel 2). Hasil tersebut menunjukkan bahwa biofilter kompos yang digunakan mampu mereduksi kadar H<sub>2</sub>S dalam biogas hingga konsentrasi yang sangat rendah (< 2ppm). Konsentrasi tersebut ditunjukkan pada saat pengukuran H<sub>2</sub>S outlet menggunakan gastech kit berskala 2- 20 ppm, tidak terjadi perubahan warna pada gastech kit (kadar H<sub>2</sub>S tidak terdeteksi).

Tabel 2. Pengukuran kadar H<sub>2</sub>S outlet setelah uji filtrasi

No.	<i>Loadingrate</i> (ml H <sub>2</sub> S/kg kompos.menit)	H <sub>2</sub> S Outlet (ppm)
1	0,13	< 2
2	0,26	< 2
3	0,5	< 2
4	0,8	< 2
5	1,0	< 2

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa proses desulfurisasi menggunakan biofilter kompos efektif dalam mereduksi kadar H<sub>2</sub>S pada biogas. Proses desulfurisasi pada biofilter kompos tersebut terjadi dengan adanya sedikit udara dari lingkungan dan kemudian masuk ke dalam kolom biofilter dan pori-pori kompos. Hal ini sejalan dengan Hasanudin dkk, (2012) yang menjelaskan bahwa proses degradasi memerlukan oksigen dan oleh karena itu sedikit udara perlu ditambahkan agar desulfurisasi biologis dapat berlangsung. Degradasi terjadi di dalam digester dan dapat difasilitasi dengan imobilisasi mikroorganisme yang terjadi secara alami di dalam digestat.

Hasanudin dkk, (2012) menjelaskan bahwa proses desulfurisasi yang terjadi diawali dengan disosiasi H<sub>2</sub>S (Persamaan 1). Kemudian pada kondisi oksigen yang terbatas, bakteri *Thiobacillus sp.* akan menyebabkan reaksi redoks menghasilkan S<sup>0</sup> (Persamaan 2).



Berdasarkan reaksi tersebut, dapat dilihat bahwa konsorsium mikroba *Thiobacillus sp.* yang diduga terdapat di dalam kompos mampu menguraikan H<sub>2</sub>S menjadi sulfur. Hal ini sejalan dengan Morgan-Sagastume dan Noyola (2006), yang menjelaskan bahwa terdapat

penelitian mengenai bakteri pengoksidasi sulfur di dalam campuran kompos, di antaranya *Thiobacillus*, *Xanthomonas* dan *Pseudomonas*, memiliki potensi yang besar untuk memetabolisme  $H_2S$  secara efektif. Sulfur yang dihasilkan dari penguraian  $H_2S$  tersebut diperkirakan terserap kembali di dalam tanah. Hal ini sejalan dengan Tathayati (2008), karena sifatnya yang hidrofilik sehingga mudah diabsorpsi oleh tanah, maka sulfur yang dihasilkan dari proses penguraian dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan baku industri lain atau pupuk. Oleh karena itu, reaksi desulfurisasi yang terjadi akan menguntungkan karena selain dapat mereduksi kadar  $H_2S$  di dalam biogas, kompos yang telah digunakan dapat digunakan kembali menjadi pupuk dengan kandungan sulfur tinggi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pada laju beban yang diberikan sebesar 0,13 ; 0,26 ; 0,5 ; 0,8 ; dan 1,0 ml  $H_2S$ /kg kompos.menit, proses desulfurisasi masih dapat berjalan efektif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan laju beban (*loading rate*) yang diberikan belum mempengaruhi kinerja biofilter kompos. Namun masih perlu dilakukan uji filtrasi biogas menggunakan biofilter kompos dengan laju beban yang lebih tinggi untuk mengetahui batas maksimum desulfurisasi atau batas kejenuhan kompos. Selain itu, perlu diketahui lebih lanjut mengenai hubungan antara proses desulfurisasi dan perubahan struktur komunitas mikroba di dalam kompos.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian uji filtrasi biogas yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa biofilter kompos merupakan teknologi sederhana yang baik diterapkan untuk mereduksi kadar  $H_2S$  biogas air limbah industri tapioka melalui proses desulfurisasi. Proses desulfurisasi selain mampu mereduksi  $H_2S$  pada biogas hingga kadar yang sangat rendah (2ppm), juga mampu meningkatkan kandungan sulfur di dalam kompos. Proses desulfurisasi juga masih berjalan efektif pada uji filtrasi biogas dengan laju beban 0,13 ; 0,26 ; 0,5 ; 0,8 ; dan 1,0 ml  $H_2S$ /kg kompos.menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hingga peningkatan laju beban (*loading rate*) yang diberikan belum mempengaruhi kinerja biofilter kompos. Uji filtrasi biogas menggunakan biofilter kompos dengan laju beban yang lebih tinggi masih perlu dilakukan untuk mengetahui batas maksimum desulfurisasi atau batas kejenuhan kompos. Hubungan antara proses desulfurisasi dan perubahan struktur komunitas mikroba di dalam kompos juga masih perlu dipelajari.



## DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2012. Lampung Dalam Angka 2012. Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. <http://www.bps.go.id>.
- Hasanudin, U., A. Haryanto, S. Triyono, S. Waluyo. 2012. Peningkatan Kualitas Biogas dari Air Limbah Industri Tapioka Rakyat dengan Menggunakan Biofilter. Universitas Lampung
- Hermawan, B., Q. Lailatul, P. Candrarini, dan P. S. Evan. 2007. Sampah Organik sebagai Bahan Baku Biogas. Artikel. <http://www.chem-is-try.org/?sect=fokus&ext=31>.
- Isdiyanto, R. dan U. Hasanudin. 2010. Rekayasa dan Uji Kinerja Reaktor Biogas Sistem Colar pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka. *Majalah Ketenagalistrikan dan Energi Baru Terbarukan*, Vol. 9 No. 1 Juni 2010.
- McKinsey Zicari, S. 2003, Removal of Hydrogen Sulfide from Biogas Using Cow-Manure Compost, Master Thesis, Cornell University.
- Moenir, M dan R. Yuliasni. 2011. Penerapan Teknologi Bio-desulfurisasi Gas Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ) pada IPAL Industri Tahu sebagai Upaya Pengambilan Kembali (*Recovery*) Sulfur. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* Vol. 1, No. 4, Desember 2011.
- Morgan-Sagastume, J.M., Noyola, A., 2006. Hydrogen sulfide removal by compost biofiltration: Effect of mixing the filter media on operational factors. *Bioresource Technol.* 97, 1546–1553.
- NATCO. 2008. Biological  $H_2S$  Removal From Biogas, Environmental Technology Verification Program, Netherlands.
- Purwati, E. 2010. Penerapan Konsep Zero Waste Pada Pengelolaan Limbah Industri Tapioka. Program Pasca Sarjana Kajian Ilmu Lingkungan. Universitas Indonesia. 93 hal.
- Tathayati, A. 2008. Penyingkiran Sulfur dari Aliran Proses dengan Bio-Desulphurisation, Waster Pertamina. Jakarta.