

**SYARAT KHUSUS TAMBAHAN
MENDAPATKAN HIBAH PENELITIAN NASIONAL**

Judul Penelitian : Rancang Bangun Biodigester Kotoran Sapi yang Dilengkapi Dengan Packed Bed Scrubber Untuk Permurnian Biogas

Tahun Pelaksanaan : 2021

Sumber Dana : Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional

Jenis Penelitian : Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi

Tim Peneliti

Ketua : Leila Kalsum

Anggota : Rusdianasari, Abu Hasan

Dana Penelitian : 171.980.000,- (Seratus Tujuh Puluh Satu Juta Sembilan Ratus Delapan Puluh Ribu Rupiah)

Lampiran Pengumuman Penerima HIBAH Penelitian PTUPT Leila Tahun 2020

NO	PTN / LLDIKTI	NAMA INSTITUSI	SKEMA	NAMA	NIDN	JUDUL	DURASI PENELITIAN (Tahun)	STATUS USULAN
342	PTN	Politeknik Negeri Semarang	Unggulan Perguruan Tinggi	MUKHLISIN		Longsor dengan Metode Ambalagan		
343	PTN	Politeknik Negeri Sriwijaya	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	SUPRIYO	0024046307	Turbin Savonius S-Split Double Blade (2-Lapis Sudu) Terhadap Variasi Rasio Aliran Angin Sisi Inlet dan Outlet Sudu untuk Meningkatkan Kinerja Turbin	3	baru
344	PTN	Politeknik Negeri Sriwijaya	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi	INDRAYANI	0010027405	ANALISIS KARAKTERISTIK ALIRAN FLUIDA PADA SUNGAI OGAN KABUPATEN OGAN ILIR SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTMH)	1	baru
345	PTN	Politeknik Negeri Sriwijaya	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi	M MIFTAKUL AMIN	0217127901	Pengembangan Model, Algoritma dan Sistem Informasi Group Decision Support System untuk Mewujudkan Manajemen Kolaboratif di Perguruan Tinggi	2	baru
346	PTN	Politeknik Negeri Sriwijaya	Penelitian Terapan	YOHANDRI BOW	0023107103	Model Kinetika Adsorpsi Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Simazin sebagai Sensor Potensiometrik	2	baru
347	PTN	Politeknik Negeri Sriwijaya	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	YOHANDRI BOW	0023107103	Produksi Hidrogen dari Air Laut menggunakan Hidrogen Fuel Generator sebagai Sumber Energi Berkelanjutan	2	baru
348	PTN	Politeknik Negeri Sriwijaya	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	LEILA KALSUM	0007126209	Rancang Bangun Biodigester Kotoran Sapi yang Dilengkapi dengan Packed Bed Scrubber Untuk Pemurnian Biogas	2	baru
349	PTN	Politeknik Negeri Sriwijaya	Penelitian Terapan	RUSDIANASARI	0019116705	Produksi Hidrogen Fuel Cell dari Limbah Cair Terpadu Menggunakan HHO Cell Reaktor dengan Smart Sensor	2	baru
349	PTN	Politeknik Negeri Sriwijaya	Penelitian Terapan	M MIFTAKUL AMIN	0217127901	Multidimensional Database dan Intelligence Decision Support System Sebagai Model Business Intelligence di Perguruan Tinggi	3	baru



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Jalan Sriwijaya Negara, Bukit Besar, Palembang 30139
Telp. 0711-353414 Fax.0711- 355918
Laman: <http://polsri.ac.id> email: penelitian@polsri.ac.id

**PENELITIAN TERAPAN TAHUN JAMAK TA 2021
ANTARA
PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (P3M)
DENGAN
KETUA PENELITI
Nomor: 032/PL6.2.1/PL/2021**

Pada hari ini Kamis tanggal Delapan Belas bulan Maret tahun Dua Ribu dua puluh satu, kami yang bertandatangan dibawah ini :

- 1. Dr. Rita Martini, S.E., M.Si., Ak., CA.** : Plt. Kepala P3M Politeknik Negeri Sriwijaya, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Politeknik Negeri Sriwijaya, yang berkedudukan di Jalan Sriwijaya Negera Bukit Besar Palembang, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
- 2. Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T.** : Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2021 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

Berdasarkan keputusan Kuasa Pengguna Anggaran Nomor 10/E1/KPT/2021 Tentang Penetapan Pendanaan Penelitian Skema Terapan di Perguruan Tinggi Tahun 2021 **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI Tahun Anggaran 2021 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

**Pasal 1
Ruang Lingkup Kontrak**

PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima pekerjaan tersebut dari **PIHAK PERTAMA**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI Tahun Anggaran 2021 dengan judul "**Rancang Bangun Biogester Kotoran Sapi yang Dilengkapi dengan Packed Bed Scrubber untuk Pemurnian Biogas**".

**Pasal 2
Dana Penelitian**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar Rp 171.980.000 (**Seratus tujuh puluh satu juta sembilan ratus delapan puluh ribu rupiah**) sudah termasuk pajak.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor SP DIPA-042.06.1.401516/2021, tanggal 23 November 2020.

Pasal 3
Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran dilakukan sekaligus 100% dari seluruh total dana penelitian yaitu Rp 171.980.000 (*Seratus tujuh puluh satu juta sembilan ratus delapan puluh ribu rupiah*), yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PARA PIHAK** membuat dan melengkapi rancangan pelaksanaan penelitian yang memuat judul penelitian, pendekatan dan metode penelitian yang digunakan, data yang akan diperoleh, anggaran yang akan digunakan, dan tujuan penelitian berupa luaran yang akan dicapai.
 - b. Biaya tambahan dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** bersamaan dengan pembayaran Tahap Kedua dengan melampirkan Daftar luaran penelitian yang sudah di validasi oleh **PIHAK PERTAMA**
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** ke rekening sebagai berikut:

Nama	:	Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T.
Nomor Rekening	:	9000007256986
Nama Bank	:	Bank Mandiri

- (3) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan data peneliti, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

Pasal 4
Jangka Waktu

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak **Tanggal 13 April 2021** dan berakhir pada **Tanggal 31 Oktober 2021**

Pasal 5
Target Luaran

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian berupa Seminar Internasional
- (2) **PIHAK KEDUA** diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian berupa Prototype
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 6
Hak dan Kewajiban Para Pihak

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**:
 - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7;
 - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
 - c. **PIHAK KEDUA** menyerahkan hasil penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** melalui Berita Acara Serah Terima (BAST).

- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**:
 - a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
 - b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** luaran wajib dan luaran tambahan **dan catatan harian pelaksanaan penelitian**;
 - c. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
 - d. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7.

Pasal 7
Laporan Pelaksanaan Penelitian

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Kemajuan dan Catatan harian penelitian yang telah dilaksanakan ke SIMLITABMAS paling lambat **30 Agustus 2021**.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan Kemajuan dan Rekapitulasi Penggunaan Anggaran 70% kepada **PIHAK PERTAMA**, paling lambat **8 September 2021**
- (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Akhir, capaian hasil, Poster, artikel ilmiah dan profil pada SIMLITABMAS paling lambat **31 Oktober 2021** (bagi penelitian tahun terakhir).
- (5) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Bentuk/ukuran kertas A4;
 - b. Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh:
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Jamak Penelitian Terapan dengan
Nomor Kontrak : 260/SP2H/LT/DRPM/2021
Tanggal 18 Maret 2021

Pasal 8 **Monitoring dan Evaluasi**

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2021 ini sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Pasal 9 **Penilaian Luaran**

1. Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

Pasal 10 **Perubahan Susunan Tim Pelaksana dan Substansi Pelaksanaan**

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Penelitian ini dapat dibenarkan apa bila telah mendapat persetujuan tertulis dari Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Pasal 11 **Penggantian Ketua Pelaksana**

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan Penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat(1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 12 **Sanksi**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Penelitian ini telah berakhir, namun **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya, terlambat mengirim laporan Kemajuan, dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** yang apabila tidak dapat dilunasi oleh **PIHAK KEDUA**, akan berdampak pada kesempatan **PIHAK KEDUA** untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 13
Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian “**Rancang Bangun Biogester Kotoran Sapi yang Dilengkapi dengan Packed Bed Scrubber untuk Pemurnian Biogas**” sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 14
Pajak-Pajak

Hal-hal dan/atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus dibayarkan oleh **PIHAK KEDUA** ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 15
Peralatan dan/alat Hasil Penelitian

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 16
Penyelesaian Sengketa

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

Pasal 17
Lain-lain

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.

- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA



Dr. Rita Martini, S.E., M.Si., Ak., CA.
NIDN: 0012036508

PIHAK KEDUA



Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T.
NIDN: 0007126209

MENGETAHUI
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA



Dr. Dipl. Ing Ahmad Taqwa, M.T.
NIDN: 0004126802

- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA



Dr. Rita Martini, S.E., M.Si., Ak., CA.
NIDN: 0012036508

PIHAK KEDUA



Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T.
NIDN: 0007126209

MENGETAHUI
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA



Dr. Dipl. Ing Ahmad Taqwa, M.T.
NIDN: 0004126802



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jalan Sriwijaya Negara, Bukit Besar, Palembang 30139
Telp. 0711-353414 Fax.0711- 355918
Laman: <http://polsri.ac.id>, email: p3m@polsri.ac.id

SURAT PERNYATAAN TANGGUNGJAWAB MUTLAK
KONTRAK PENELITIAN


Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T.
NIP : 196212071989032001
Institusi : Politeknik Negeri Sriwijaya
No. Kontrak : 260/SP2H/LT/DRPM/2021
Jenis Kontrak : Penelitian Terapan Tahun Jamak
Jumlah Dana : Rp 171.980.000
Judul : Rancang Bangun Biogester Kotoran Sapi yang Dilengkapi dengan Packed Bed Scrubber untuk Pemurnian Biogas
Skim : Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Bertanggungjawab mutlak dalam pembelanjaan dana dan berkewajiban untuk menyimpan semua bukti-bukti pengeluaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan;
2. Berkewajiban mengembalikan sisa dana yang tidak dibelanjakan ke Kas Negara;
3. Bertanggungjawab penuh atas data administrasi pelaksana penerima dana ;
4. Berkewajiban untuk menindaklanjuti dan mengupayakan hasil yang dilakukan terlaksana secara efektif dan efisien, berupa luaran wajib dan tambahan yang telah dijanjikan dalam proposal penelitian;
5. Berkewajiban untuk menyimpan hardcopy dan softcopy Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir .

Palembang, Maret 2021

Menyetujui,
Plt. Kepala P3M

Dr. Rita Martini, S.E., M.Si., Ak., CA.
NIP 196503121990032001

Ketua Peneliti,


Dr. Ir. Leila Kalsum, M.T.
NIP 196212071989032001

Mengetahui,
Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya

Dr. Dip. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.

**LAMPIRAN KONTRAK AMANDEMEN PENELITIAN TAHUN JAMAK BARU 2020
PELAKSANAAN PENELITIAN DITUNDA TAHUN : 2021 , 2022 dan 2023**

NOMOR SPPK : 116 /SP2H/AMD/LT/DRPM/2020
PERGURUAN TINGGI/KOPERTIS : Politeknik Negeri Sriwijaya
TANGGAL DIPA : Tanggal 12 November 2019
NOMOR DIPA : SP DIPA-042.06.1.401516/2020
UNIT ORGANISASI : Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
LEMBAGA/DEPARTEMEN : Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional

005006

RD

2 Judul

Material Maju

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	TAHUN 2021		TAHUN 2022		TAHUN 2023	
1	YOHANDRI BOW	Model Kinetika Adsorpsi Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Simazin sebagai Sensor Potensiometrik	Dana Penelitian	Rp. 127.240.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 145.270.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 0 (100%)
	0023107103		Dana Luaran Tambahan	Rp. 0	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0
	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi		Luaran Tambahan	-	Luaran Tambahan	-	Luaran Tambahan	-
	Durasi : 2 Tahun							

Teknologi Informasi dan Komunikasi

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	TAHUN 2021		TAHUN 2022		TAHUN 2023	
1	M MIFTAKUL AMIN	Pengembangan Model, Algoritma dan Sistem Informasi Group Decision Support System untuk Mewujudkan Manajemen Kolaboratif di Perguruan Tinggi	Dana Penelitian	Rp. 93.360.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 96.800.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 0 (100%)
	0217127901		Dana Luaran Tambahan	Rp. 0	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0
	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi		Luaran Tambahan	-	Luaran Tambahan	-	Luaran Tambahan	-
	Durasi : 2 Tahun							

SUBTOTAL DANA RD	Dana Peneliti	Rp. 220.600.000 (100%)	Dana Peneliti	Rp. 242.070.000 (100%)	Dana Peneliti	Rp. 0 (100%)
	Dana Luaran	Rp. 0	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0

RT

4 Judul

Energi

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	TAHUN 2021		TAHUN 2022		TAHUN 2023	
			Dana Penelitian	Rp.	Dana Penelitian	Rp.	Dana Penelitian	Rp.
1	YOHANDRI BOW	Produksi Hidrogen dari Air Laut menggunakan Hidrogen Fuel Generator sebagai Sumber Energi Berkelanjutan	Dana Penelitian	Rp. 183.730.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 179.880.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 0 (100%)
	0023107103		Dana Luaran Tambahan	Rp. 0	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0
	Penelitian Terapan		Luaran Tambahan	-	Luaran Tambahan	-	Luaran Tambahan	-
	Durasi : 2 Tahun							
2	LEILA KALSUM	Rancang Bangun Biodigester Kotoran Sapi yang Dilengkapi dengan Packed Bed Scrubber Untuk Pemurnian Biogas	Dana Penelitian	Rp. 171.980.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 143.245.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 0 (100%)
	0007126209		Dana Luaran Tambahan	Rp. 15.000.000	Dana Luaran Tambahan	Rp. 15.000.000	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0
	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan		Luaran Tambahan	Jenis luaran: Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks	Luaran Tambahan	Jenis luaran: Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks	Luaran Tambahan	-
	Durasi : 2 Tahun							
3	RUSDIANASARI	Produksi Hidrogen Fuel Cell dari Limbah Cair Terpadu Menggunakan HHO Cell Reaktor dengan Smart Sensor	Dana Penelitian	Rp. 202.285.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 216.780.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 0 (100%)
	0019116705		Dana Luaran Tambahan	Rp. 15.000.000	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0	Dana Luaran Tambahan	Rp. 0
	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan		Luaran Tambahan	Jenis luaran: Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks	Luaran Tambahan	-	Luaran Tambahan	-
	Durasi : 2 Tahun							

Teknologi Informasi dan Komunikasi

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	TAHUN 2021	TAHUN 2022	TAHUN 2023
----	---------------	------------------	------------	------------	------------

1	M MIFTAKUL AMIN	Multidimensional Database dan Intelligence Decision Support System Sebagai Model Business Intelligence di Perguruan Tinggi	Dana Penelitian	Rp. 151.790.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 143.290.000 (100%)	Dana Penelitian	Rp. 148.540.000 (100%)
	0217127901		Dana Luaran Tambahan	Rp. 15.000.000	Dana Luaran Tambahan	Rp. 15.000.000	Dana Luaran Tambahan	Rp. 15.000.000
	Penelitian Terapan		Luaran Tambahan	Jenis luaran: Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks	Luaran Tambahan	Jenis luaran: Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks	Luaran Tambahan	Jenis luaran: Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di
	Durasi : 3 Tahun							
SUBTOTAL DANA RT			Dana Penelitia	Rp. 709.785.000 (100%)	Dana Penelitia	Rp. 683.195.000 (100%)	Dana Penelitia	Rp 148.540.000 (100%)
			Dana Luaran	Rp. 45.000.000	Dana Luaran Tambahan	Rp. 30.000.000	Dana Luaran Tambahan	Rp 15.000.000
TOTAL DANA KESELURUHAN			Dana Penelitia	Rp. 930.385.000 (100%)	Dana Penelitia	Rp. 925.265.000 (100%)	Dana Penelitia	Rp 148.540.000 (100%)
			Dana Luaran Tambahan	Rp. 45.000.000	Dana Luaran	Rp. 30.000.000	Dana Luaran Tambahan	Rp 15.000.000
TOTAL JUDUL KESELURUHAN				6 Judul				

Jakarta,

Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat,

**Ocky Karna Radjasa
NIP. 196510291990031001**



Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Gedung BPPT II Lantai 19, Jl. MH. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat
<https://simlitabmas.ristekdikti.go.id/>

PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: d715e2e2-791c-4a8f-8f74-ff1dcc31f0ed
laporan akhir Penelitian: tahun ke-1 dari 2 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

Rancang Bangun Biodigester Kotoran Sapi yang Dilengkapi dengan Packed Bed Scrubber Untuk Pemurnian Biogas

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Energi	-	Biomassa dan Biogas	Teknik Energi

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi			SBK Riset Terapan	6	2

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama (Peran)	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
LEILA KALSUM - Ketua Pengusul	Politeknik Negeri Sriwijaya	Teknik Energi Terbarukan		6001902	3

ABU HASAN - Anggota Pengusul	Politeknik Negeri Sriwijaya	Teknik Energi Terbarukan	Merancang Packed bed Scrubber, menganalisis karakteristik biogas hasil pemurnian, membantu membuat laporan, membantu mempersiapkan publikasi	6099539	5
RUSDIANASARI - Anggota Pengusul	Politeknik Negeri Sriwijaya	Teknik Energi Terbarukan	Menganalisis hasil analisa bahan baku biogas, menganalisis hasil analisa biogas, membantu membuat laporan dan membantu membuat rancangan usulan paten	5974276	8

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Calon Pengguna	Sarnubi SE

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
1	Paten produk	Tersedia	
2	Paten produk		Alat Biodigester Kotoran Sapi yang dilengkapi dengan Packed Bed Scrubber

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
2	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi		Renewable Energy
1	Artikel di Jurnal	Accepted	Renewable Energy

	Internasional Terindeks di Pengeindeks Bereputasi		
1	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengeindeks Bereputasi	Sedang direview	Renewable Energy

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Total RAB 2 Tahun Rp. 315,225,000

Tahun 1 Total Rp. 171,980,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	-	Paket	1	5,000,000	5,000,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	-	Unit	1	105,580,000	105,580,000
Bahan	Barang Persediaan	-	Unit	1	10,000,000	10,000,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	5	300,000	1,500,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	-	OH	4	300,000	1,200,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Uang Harian	-	OH	20	100,000	2,000,000
Pengumpulan Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pengumpulan Data	Transport	-	OK (kali)	12	100,000	1,200,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	-	OH/OR	0	0	0
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	-	Paket	4	300,000	1,200,000

Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	-	OJ	288	25,000	7,200,000
Sewa Peralatan	Kebun Percobaan	-	Unit	0	0	0
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	-	Unit	0	0	0
Sewa Peralatan	Transport penelitian	-	OK (kali)	0	0	0
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	-	Unit	1	2,000,000	2,000,000
Sewa Peralatan	Obyek penelitian	-	Unit	0	0	0
Analisis Data	Biaya analisis sampel	-	Unit	1	15,000,000	15,000,000
Analisis Data	Honorarium narasumber	-	OJ	0	0	0
Analisis Data	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	2	300,000	600,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	-	P (penelitian)	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Transport Lokal	-	OK (kali)	0	0	0
Analisis Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	-	Paket	1	3,000,000	3,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	-	Paket	1	15,000,000	15,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	-	Paket	0	0	0

Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	0	0	0

Tahun 2 Total Rp. 143,245,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	-	Paket	1	4,000,000	4,000,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	-	Unit	1	89,945,000	89,945,000
Bahan	Barang Persediaan	-	Unit	1	7,800,000	7,800,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	4	300,000	1,200,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	-	OH	3	300,000	900,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pengumpulan Data	Transport	-	OK (kali)	0	0	0

Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	-	OH/OR	0	0	0
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	-	Paket	3	300,000	900,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	-	OJ	288	25,000	7,200,000
Sewa Peralatan	Kebun Percobaan	-	Unit	0	0	0
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	-	Unit	0	0	0
Sewa Peralatan	Transport penelitian	-	OK (kali)	0	0	0
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	-	Unit	1	1,500,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Obyek penelitian	-	Unit	0	0	0
Analisis Data	Biaya analisis sampel	-	Unit	1	8,000,000	8,000,000
Analisis Data	Honorarium narasumber	-	OJ	0	0	0
Analisis Data	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	8	300,000	2,400,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	-	P (penelitian)	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Transport Lokal	-	OK (kali)	0	0	0
Analisis Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	-	Paket	1	2,000,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	-	Paket	1	15,000,000	15,000,000

Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	-	OH	3	300,000	900,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	0	0	0

Tahun 3 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
--------------------	----------	------	--------	------	--------------	-------

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN

Teknologi biogas bukanlah merupakan teknologi baru di Indonesia, namun sampai saat ini hasil penelitian yang ada belum mengalami perkembangan yang menggembirakan. Masih banyak persoalan yang belum sepenuhnya dapat diselesaikan. Meskipun demikian penggunaan biogas sebagai sumber energi perlu diaplikasikan secara luas karena kotoran ternak khususnya kotoran sapi cukup banyak tersedia dan kebanyakan hanya digunakan untuk pupuk. Selain itu dengan semakin efektifnya pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas tentu berdampak baik bagi lingkungan dan semakin mendorong penggunaan energi dari biomassa kotoran sapi. Persoalan dalam penggunaan biogas dari kotoran sapi yang ada selama ini adalah dalam kemurnian dari biogas yang dihasilkan relatif rendah. Keadaan tersebut bersumber dari proses didalam biodigester yang belum mencapai kondisi optimal serta kebanyakan tidak dilakukan pemurnian terlebih dahulu sehingga biogas dari biodigester langsung dimanfaatkan. Peneliti telah melaksanakan penelitian pendahuluan dalam mencari kondisi optimum waktu fermentasi kotoran sapi didalam biodigester tipe fixed dome dalam mendapatkan biogas dengan kandungan gas metan yang tinggi. Namun untuk proses pemurnian biogas belum dilakukan penelitian secara khusus. Sehingga Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan suatu prototype khusus yang compact yang terdiri atas biodigester tipe fixed dome yang dilengkapi dengan packed bed scrubber sebagai unit pemurniannya. Tahapan dan metode dalam penelitian ini secara umum adalah mulai dari

merancang alat , mempersiapkan bahan baku kotoran sapi , menganalisa bahan baku, melaksanakan proses anaerobic digestion dan melaksanakan pemurnian biogas di packed bed scrubber dan menganalisa hasil pengolahan. Sedangkan TKT yang dicapai saat ini adalah TKT 4 dan 5 dimana telah diperoleh hasil rancangan alat dan telah difabrikasi serta telah dilaksanakan uji coba pengolahan namun masih perlu ditingkatkan hasilnya lagi untuk mencapai mencapai kesempurnaan di TKT 6. Hasil biogas yang diperoleh saat ini dari pengolahan biogas didalam biodigester sudah mencapai kemurnian gas metan sebesar 60% dan ini sudah diatas yang dipersyaratkan bahwa minimal 50% kemurnian.

Untuk luaran dari penelitian tahun pertama ini yang dijanjikan peneliti sudah terlaksana dimana artikel Jurnal Internasional telah accepted dan telah paten sederhana dari alat yang telah dirancang telah terdaftar.

B. KATA KUNCI

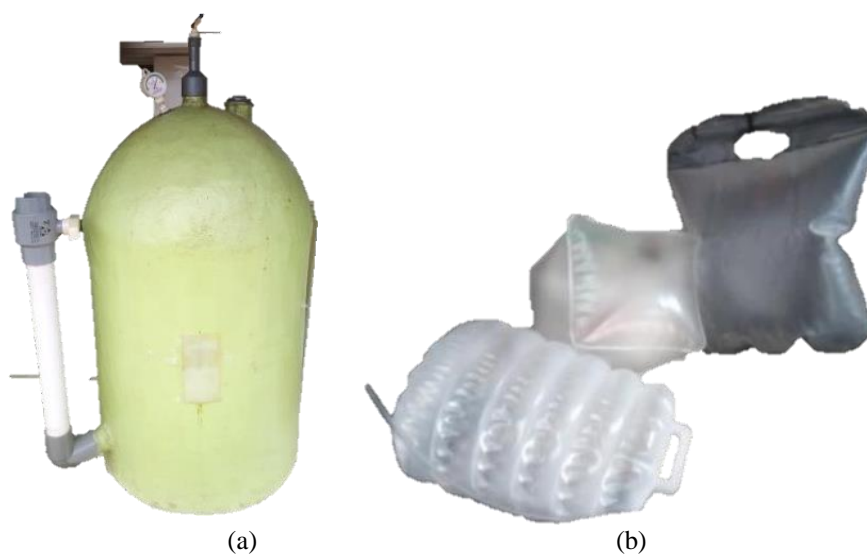
Biodigester ; Biogas_; Gas Metan; Packed bed Scrubber; MEA

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Hasil penelitian hingga berakhirnya pelaksanaan penelitian tahun pertama adalah telah berhasil melaksanakan penelitian sesuai dengan tahapan yang telah direncanakan dalam proposal awal dimana peneliti telah berhasil merancang dan membuat alat biodigester kotoran sapi tipe *fixed dome* yang dilengkapi dengan *packed bed scrubber* untuk pemurnian biogas seperti pada gambar 1. Sebelum alat biodigester digunakan dilakukan uji kebocoran agar pada saat pelaksanaan penelitian fermentasi kotoran sapi menjadi biogas tidak terjadi kebocoran gas.. Terhadap kotoran sapi sebagai bahan baku pembuatan biogas telah pula diteliti karakteristiknya dengan hasil analisisnya seperti tercantum pada Tabel 1. Dari hasil pengolahan kotoran sapi didalam *biodigester tipe fixed dome* hasil rancangan telah berhasil mendapatkan biogas dengan kandungan gas Metan (CH_4) yang cukup tinggi sekitar 60% dan selanjutnya proses pemurnian biogas melalui *packed bed scrubber* hasil rancangan dengan larutan MEA (mono ethanol amin) sebagai penyerap telah berhasil memurnikan biogas tersebut hingga memiliki konsentrasi metan (CH_4) yang tinggi sekitar 90% dan proses pemurnian ini juga sangat signifikan dalam menurunkan kandungan H_2S sehingga menjadi 0 %.

Alat biodigester tipe *fixed dome* yang telah berhasil dibuat memiliki kapasitas 250 liter. Pada alat ini dilengkapi dengan *pressure gauge* dan *gas holder*. Biodigester diisi substrat kotoran sapi sebanyak 80%, dengan rasio pencampuran air dan kotoran sapi yaitu 2:1 dan 20% nya disediakan untuk ruang gas. Berikut pada Gambar 1 menunjukkan alat yang dimaksud.



Gambar 1. (a) Digester Fixed Dome, (b) Sample Bag Biogas

Untuk alat *packed bed scrubber* berupa kolom scrubber yang berisi media packing stainless untuk media kontak antara gas dengan cairan MEA sebagai penyerap. Alat ini dilengkapi oleh pompa gas dan pompa MEA serta alat rotameter sebagai pengatur laju alir. Berikut pada Gambar 2a adalah gambar alat *packed bed scrubber* saja dan pada gambar 2b *Packed bed scrubber* dengan digester ditempat berbeda berjarak 4 meter.



Gambar 2a. Kolom *Scrabber*



Gambar 2b. Alat di uji coba di rumah penduduk



Gambar 2c . Alat *digester* dan *Scrabber* dalam satu unit

1. Hasil Analisa Substrat Kotoran Sapi

Substrat biogas (kotoran sapi) dianalisa di Balai Riset dan Standarisasi Industri Palembang. Parameter yang diukur yaitu Padatan Total dan COD dengan sampel kotoran sapi yang telah diencerkan dua kali, serta parameter Phospor, C/N Ratio, pH, dan air dengan sampel kotoran sapi tanpa melakukan pengenceran. Adapun Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Substrat Kotoran Sapi

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
1.	Padatan Total	Mg/L	91352	SNI 06.6989(1).26-2005
2.	COD	Mg/L	46414,4	SNI 6989.73:2019
3.	Phospor	%	0,11	Spektrofotometri
4.	C-Organik	%	49,75	Gravimetri
5.	Nitrogen	%	3,08	Kjedhal
6.	C/N ratio	-	16,15	-
7.	pH	-	8,47	Potensiometri
8.	Kadar Air	%	86,62	Gravimetri

Padatan total

Konsentrasi total padatan (TS) dan dari substrat yang dibutuhkan memberikan informasi yang berguna tentang hasil biogas yang dapat diharapkan dan juga efisiensi proses [1]. TS digunakan untuk menggambarkan bahan kering suatu substrat dan dinyatakan sebagai persentase berat total dalam gram per kilogram [2,1]. Total solid dapat menunjukkan telah terjadinya proses pendegradasian karena padatan ini akan dirombak pada saat terjadinya pendekomposisi bahan [3]. Dari hasil analisa yang didapat, padatan total (TS) substat (kotoran sapi) yang digunakan mencapai 91352 Mg/L. Berbeda dengan padatan total substrat limbah industri kecil pengasapan ikan dengan menggunakan ekstrak rumen sapi sebagai starter yang dilakukan oleh [4], yaitu didapat padatan total sebesar 7076 Mg/L dan dapat menghasilkan biogas sampai dengan 1100 mL per hari.

Chemical Oxygen Demand (COD)

Jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi bahan organik secara kimiawi disebut *Chemical Oxygen Demand* (COD) [5]. Untuk mendegradasi sederhana substrat, dimana karbohidrat dihidrolisis menjadi menjadi gula sederhana, lemak dihidrolisis menjadi asam berantai pendek, dan protein dihidrolisis menjadi asam-asam amino [6]. Untuk melihat kandungan organik pada biodigester, dapat dilihat dari nilai COD *slurry* biogas [7]. Kandungan organik itu dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk menghasilkan biogas [5]. Bahan organik yang memiliki kandungan COD tinggi dapat diubah menjadi biogas oleh aktivitas mikroba dalam digester aerobik [8]. Dari hasil analisa yang didapat, COD substat (kotoran sapi) yang digunakan mencapai 46414,4 Mg/L, menghasilkan persen metana sebesar 60,84%. Hasil ini mendekati nilai COD substrat kotoran sapi dengan rasio pencampuran air 1:2 pada awal fermentasi yang dilakukan oleh [9], yaitu sebesar 30.800 Mg/L. Dengan nilai COD awal fermentasi sebesar 30.800 Mg/L, [9] mendapat biogas dengan kandungan metana mencapai 50,04%. COD yang didapat oleh [3] dengan kotoran sapi sebagai substrat dan rasio pencampuran air 1:1 yaitu 313.50 Mg/L dapat menghasilkan 186.637,36 ppm gas metana.

C/N Ratio

Rasio C/N yang optimal untuk degradasi anaerob tergantung pada substrat yang digunakan, tetapi nilai antara 20-30 direkomendasikan [10]. Ketika suatu substrat memiliki rasio C/N yang rendah, substrat dianggap mengandung konsentrasi amonium yang relatif tinggi, menghambat pertumbuhan mikroba dan pencernaan anaerobik. Selanjutnya, reaktor anaerobik yang mengolah air limbah yang kaya akan nitrogen cenderung memiliki nilai pH yang tinggi [11]. Pada nilai pH tinggi, amonia bebas mendominasi dan bentuk ini lebih menghambat daripada ion amonium (NH₄) [12]. Dari hasil analisa yang didapat, C/N ratio substat (kotoran sapi) yang digunakan mencapai 16,15 dengan kandungan C-organik 49,75%, dan Nitrogen 3,08%. Untuk rasio C/N yang didapat menunjukkan dibawah nilai yang direkomendasikan, namun sudah mendekati 20 dan dapat menghasilkan persen gas metana sebesar 60,84%. Seperti pada penelitian [3], substrat yang digunakan mengandung rasio C/N sebesar 36,37 yang berarti melebihi rasio yang disarankan, dengan kandungan C = 43,79 dan N = 1,20 dapat menghasilkan 186.637,36 ppm. Sedangkan menurut [13], rasio C/N disarankan untuk diatur antara 15:1 dan 25:1, untuk produksi gas yang optimal.

Phospor

Nitrogen dan fosfor adalah komponen penting dari sel mikroba [14]. Dengan demikian, bakteri pembentuk asam dalam tahap ini diperlukan untuk pertumbuhan dan sintesis sel-sel baru dan produk metabolitnya. Menurut [15], rasio optimal makronutrien ini, yaitu karbon, nitrogen, fosfor (C:N:P:S) berkisar 600:15:5, atau dapat

disederhanakan menjadi 120:3:1. Sedangkan substrat dari penelitian ini didapat C:N:P sebesar 49,75: 3,08: 0,11. Jumlah fosfor yang dibutuhkan adalah 6-7 kali lebih sedikit daripada nitrogen [16].

pH (Derajat Keasaman)

Kondisi pH berpengaruh pada aktivitas, dan pertumbuhan bakteri anaerobik dalam menghasilkan metana, dan gas-gas lain, sehingga terbentuk biogas [17]. Nilai pH yang baik adalah yang mendekati netral, diantara 6,0-8,0 [18]. pH mempengaruhi kesetimbangan kimia NH_3 , H_2S dan Volatile Fatty Acids (VFAs), yang dapat menghambat aktivitas mikroorganisme. Menurut [19], rentang pH (derajat keasaman) substrat yang dianjurkan berkisar 6,5- 8. Apabila pH substrat terlalu asam akan menyebabkan kegagalan proses produksi biogas yang disebabkan tidak seimbangnya populasi bakteri metan terhadap bakteri asam sehingga mengganggu kelangsungan hidup bakteri metan [3]. Dari hasil analisa yang didapat, pH substat (kotoran sapi) yang digunakan mencapai 8,47, sehingga dapat dikatakan bahwa substrat yang digunakan dalam penelitian ini bersifat basa. Menurut [6], pH akan berkisar antara 7-8,5 jika proses berlangsung normal dan anaerobik, dan apabila pH melebihi 8,5 akan berdampak negatif populasi bakteri metanogen. Maka dalam penelitian ini dilakukan penambahan probiotik sebanyak 20 ml untuk membantu pertumbuhan bakteri selama proses produksi biogas berlangsung, dan didapatkan persen metana mencapai 60,84%.

Kadar Air

Kadar air merupakan parameter penting yang mempengaruhi AD limbah padat dikarenakan air memungkinkan pergerakan dan pertumbuhan bakteri memfasilitasi pembubaran dan transportasi nutrisi dan air mengurangi pembatasan perpindahan massa substrat partikulat. Menurut [20], kadar air ditentukan untuk menentukan jumlah air yang akan ditambahkan untuk setiap massa total tertentu. Dari hasil analisa yang didapat, kadar air substat yang digunakan mencapai 86,62%, yang berarti sudah mengandung banyak air.

2. Hasil Analisa Biogas yang Dihasilkan

Biogas yang telah dihasilkan di digester fixed dome dianalisa sebelum dilakukan pemurnian biogas, hasil analisa tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Biogas Sebelum Dilakukan Pemurnian

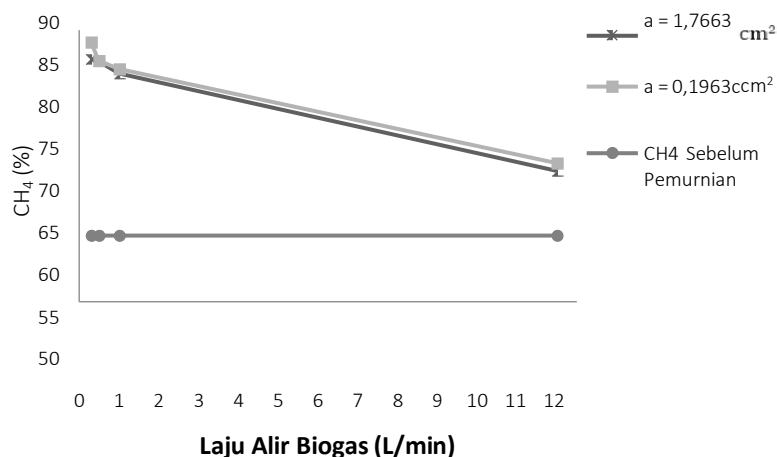
No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	O_2	%	6,21
2.	CO_2	%	26,05
3.	CH_4	%	60,84
4.	H_2S	ppm	2875
5.	Net cal. val.	MJ/kg	19,5
6.	Gross cal. val.	MJ/kg	21,6

Komposisi biogas yang utama yaitu terdiri dari metana (45-70%), karbon dioksida (25-55%), hidrogen sulfida (0,005-2%), oksigen (0,01-2%), nitrogen (0,01-5%), dan H_2O (5-10%) [21]. Kandungan CH_4 biogas yang dihasilkan oleh kotoran sapi dan unggas diperkirakan sekitar 62% [22]. Dari hasil yang didapat, kadar CH_4 dan CO_2 sudah mencapai kadar yang biasa didapatkan. Namun O_2 yang dihasilkan masih dapat dikatakan tinggi karena melebihi 2%. Menurut hasil yang didapatkan oleh [23] mendapatkan nilai LHV (Lower Heating Value) biogas sebesar 27.105 MJ/kg dengan bahan baku Forage waste. LHV biogas sebesar 17.5 MJ/kg [24]. LHV CH_4 diketahui sekitar 34.000 kJ/m³. Karena nilai LHV biogas ini sekitar 34.000×0.62=21.000 kJ/m³, atau jika dikonversikan menjadi MJ/m³ [22]. Dari penelitian ini didapat nilai net calorie value atau juga disebut dengan LHV sebesar 19,5 MJ/kg atau setara dengan 21,8 MJ/m³.

3. Hasil Pengujian Lainnya

Pengaruh *Packing Flow Area* (*a*) terhadap Konsentrasi Gas Metana (CH_4) Biogas Hasil Pemurnian

Packing Flow Area adalah luas suatu daerah yang dapat dilewati oleh absorben maupun gas pada saat dilakukan pemurnian biogas dengan metode absorpsi. Pengaruh *flow area* terhadap hasil pemurnian biogas dapat dilihat pada Gambar 3. berikut:



Gambar 3. Pengaruh Flow Area dan Laju Alir Biogas terhadap Hasil Pemurnian Biogas

Dari Gambar 3. Dapat dilihat bahwa pemurnian biogas dengan flow area 1,7663 cm² dapat mencapai hingga 80,484% dan dengan flow area 0,1963cm² dapat mencapai 90,141% dari yang sebelumnya 60,231%. Sehingga dapat dikatakan bahwa flow area mempengaruhi hasil pemurnian, yakni flow area yang lebih kecil akan menghasilkan hasil pemurnian yang lebih besar. Hal ini dikarenakan flow area yang lebih kecil akan memberikan waktu kontak yang lebih lama dan akan lebih menyerap banyak impurities. Sejalan dengan [25] yang menentukan packing yang paling efektif diantara *pall ring, ralu ring, dan nor-pac ring* yaitu pallring dikarenakan menghasilkan dimensi yang kecil. Namun harus diperhatikan ukuran diameter atau flow area yang akan digunakan tidak terlalu kecil, karena akan dapat menghambat jalannya fluida. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil yang didapatkan [25] yang mengatakan luas permukaan efektif *packing* cenderung menurun pada kenaikan laju alir fluida.

Pengaruh Laju Alir Biogas terhadap Konsentrasi Gas Metana (CH₄)

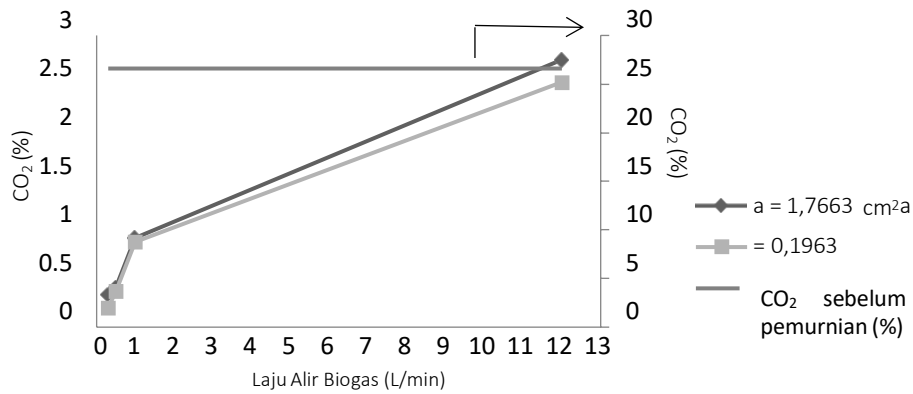
Pengaruh Laju Alir Biogas terhadap Kenaikan Gas Metana (CH₄) dapat dilihat pada Gambar 3. Gas seperti CO₂ dan H₂S memiliki daya larut yang lebih besar dibandingkan dengan CH₄. Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa nilai kadar metana setelah pemurnian mengalami kenaikan menjadi 70-90% dengan packing flow area. Kadar metana biogas sebelum pemurnian sebesar 60,231%, setelah dimurnikan dengan laju alir 0,3 L/menit menjadi 87,484% dengan packing flow area (a) sebesar 1,7663 cm², dan menjadi 90,141% dengan packing flow area (a) sebesar 0,1963 cm². Pengaruh laju alir biogas dapat dilihat bahwa semakin tinggi laju alir biogas, maka kadar metana yang dihasilkan mengalami penurunan. Laju alir biogas yang tinggi akan mengakibatkan waktu kontak antara gas dan MEA pada packed scrubber relatif singkat, sehingga gas impurities yang terserap oleh MEA akan relatif sedikit. Sejalan dengan penelitian [26], didapat laju alir biogas terkecil, yaitu sebesar 1L/min sebagai hasil terbaik dalam absorpsi gas impurities.

Pengaruh Laju Alir Biogas terhadap Konsentrasi Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida (CO₂) merupakan hasil dari proses pembakaran sempurna, sehingga CO₂ merupakan zat yang tidak terbakar lagi, dan apabila CO₂ terkandung dalam bahan bakar, maka dapat mengurangi nilai kalor dari bahan bakar tersebut. Kadar CO₂ di dalam biogas mempunyai persentase yang cukup besar (berkisar antara 25 - 45%). Mengurangi kadar CO₂ dalam biogas akan meningkatkan kualitas biogas, maka dilakukan pengurangan kadar CO₂ di dalam biogas sangat perlu untuk dilakukan. Adapun reaksi penyerapan CO₂ adalah sebagai berikut [26]:



Dari analisa kadar CO₂ setelah pemurnian biogas, didapat penurunan kadar CO₂ yang cukup besar. CO₂ sebelum pemurnian sebesar 26,60% dapat turun kadarnya menjadi kisaran 0,20 – 2,75%, tergantung laju alir biogas yang di variasikan. Adapun pengaruh laju alir biogas terhadap komposisi gas karbondioksida (CO₂) dapat dilihat pada Gambar 4. berikut:



Gambar 4. Hubungan Kadar karbondioksida (CO₂) terhadap Laju Alir Biogas

Dapat dilihat pada Gambar 4. diatas bahwa penyerapan yang baik didapat dari laju alir biogas 0,3 L/ menit, kadar CO₂ setelah pemurnian sebesar 0,34% dengan packing flow area sebesar 1,7663 cm², dan 0,20% dengan packing flow area sebesar 0,1963 cm². MEA adalah suatu basa yang relatif kuat dengan laju reaksi cepat, dan menurunkan konsentrasi CO₂ [27]. Terjadi reaksi *reversible* dan eksotermis di antara MEA-CO₂ dengan menyuplai panas ke sistem [28].

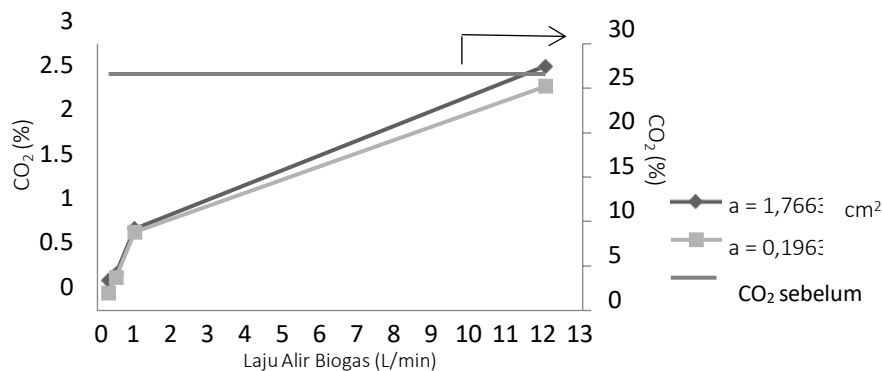
Dari grafik dapat dilihat pula bahwa semakin cepat laju alir biogas, maka kadar CO₂ setelah pemurnian semakin besar. Laju alir biogas yang tinggi mengakibatkan waktu kontak antara biogas dan MEA pada *packed column* relatif singkat, sehingga gas *impurities* pada biogas seperti CO₂ yang diserap larutan semakin sedikit, sedangkan laju alir yang rendah dapat menyerap CO₂ lebih banyak karena waktu dan luas kontak antara biogas dan MEA lebih besar sehingga kadar CO₂ setelah pemurnian lebih rendah dan meningkatkan kadar metana pada biogas. Hal ini terjadi berdasarkan sifat kelarutan gas, dimana gas CH₄ memiliki kelarutan lebih kecil dari pada CO₂.

Pengaruh Laju Alir Biogas terhadap Konsentrasi Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida (CO₂) merupakan hasil dari proses pembakaran sempurna, sehingga CO₂ merupakan zat yang tidak terbakar lagi, dan apabila CO₂ terkandung dalam bahan bakar, maka dapat mengurangi nilai kalor dari bahan bakar tersebut. Kadar CO₂ di dalam biogas mempunyai persentase yang cukup besar (berkisar antara 25 - 45%). Mengurangi kadar CO₂ dalam biogas akan meningkatkan kualitas biogas, maka dilakukan pengurangan kadar CO₂ di dalam biogas sangat perlu untuk dilakukan. Adapun reaksi penyerapan CO₂ adalah sebagai berikut [26]:



Dari analisa kadar CO₂ setelah pemurnian biogas, didapat penurunan kadar CO₂ yang cukup besar. CO₂ sebelum pemurnian sebesar 26,60% dapat turun kadarnya menjadi kisaran 0,20 – 2,75%, tergantung laju alir biogas yang di variasikan. Adapun pengaruh laju alir biogas terhadap komposisi gas karbondioksida (CO₂) dapat dilihat pada Gambar 5. berikut:



Gambar 5. Hubungan Kadar karbondioksida (CO₂) terhadap Laju Alir Biogas

Dapat dilihat pada Gambar 5. diatas bahwa penyerapan yang baik didapat dari laju alir biogas 0,3 L/ menit, kadar CO₂ setelah pemurnian sebesar 0,34% dengan packing flow area sebesar 1,7663 cm², dan 0,20% dengan packing flow area sebesar 0,1963 cm². MEA adalah suatu basa yang relatif kuat dengan laju reaksi cepat, dan

menurunkan konsentrasi CO₂ [27]. Terjadi reaksi *reversible* dan eksotermis di antara MEA-CO₂ dengan menyuplai panas ke sistem [28].

Dari grafik dapat dilihat pula bahwa semakin cepat laju alir biogas, maka kadar CO₂ setelah pemurnian semakin besar. Laju alir biogas yang tinggi mengakibatkan waktu kontak antara biogas dan MEA pada *packed column* relatif singkat, sehingga gas *impurities* pada biogas seperti CO₂ yang diserap larutan semakin sedikit, sedangkan laju alir yang rendah dapat menyerap CO₂ lebih banyak karena waktu dan luas kontak antara biogas dan MEA lebih besar sehingga kadar CO₂ setelah pemurnian lebih rendah dan meningkatkan kadar metana pada biogas. Hal ini terjadi berdasarkan sifat kelarutan gas, dimana gas CH₄ memiliki kelarutan lebih kecil dari pada CO₂.

Pengaruh Laju Alir Biogas terhadap Konsentrasi Hidrogen Sulfida (H₂S)

Hidrogen sulfida (H₂S) merupakan gas berwarna, keberadaannya dalam biogas akan mengakibatkan bau tidak sedap, dan jika dalam konsentrasi tinggi, dapat mempengaruhi kesehatan pernapasan. Karena alasan itulah kadar H₂S perlu dikurangi, atau dihilangkan. Pada pemurnian biogas menggunakan MEA dengan variasi bahan *packing* dan laju alir biogas didapat bahwa H₂S turun dari 263 ppm menjadi 0 ppm. Adapun pengaruh laju alir biogas terhadap komposisi hidrogen sulfida (H₂S) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar H₂S Sebelum dan Setelah Pemurnian

<i>Packing Flow Area (cm²)</i>	Laju Alir biogas (L/min)	H ₂ S sebelum pemurnian (ppm)	H ₂ S setelah pemurnian (ppm)
1,7663	0,3	263	0
	0,5		0
	1,0		0
	12		0
0,1963	0,3	263	0
	0,5		0
	1,0		0
	12		0

Hasil analisa menunjukkan kadar H₂S awalnya dari 263 ppm setelah dilakukan pemurnian dengan larutan MEA 1 M dan dengan berbagai variasi laju alir biogas turun menjadi 0 ppm. H₂S telah diidentifikasi merupakan senyawa yang menyebabkan masalah dalam penggunaannya dalam instalasi peralatan karena H₂S menyebabkan korosi dan terbentuklah karat dan kerak pada peralatan. Penggunaan biogas yang didalamnya terkandung H₂S menghasilkan belerang dan asam sulfat yang sifatnya korosif terhadap berbagai jenis logam. Dengan hilangnya H₂S lagi di dalam biogas yang telah dimurnikan ini komponen permesinan akan bebas dari korosif akibat biogas.

Pada konsentrasi 0,0005 sampai dengan 0,3 ppm, manusia dapat dengan mudah mengenali bau H₂S. Bila konsentrasi yang ditemukan lebih tinggi akan menyebabkan seseorang kehilangan kemampuan penciuman [29]. Pada pemurnian biogas menggunakan MEA, H₂S telah hilang seluruhnya, hal ini diindikasikan juga dengan hilangnya bau busuk khas hidrogen sulfida (H₂S).

Capaian Luaran

D. **STATUS LUARAN:** Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

Luaran:

1. Paten Sederhana :
Terdaftar **Bukti Terlampir**:
2. Publikasi pada jurnal Internasional :
Sudah Publis Publish **Bukti Terlampir**

.....
.....
.....
.....
.....
.....

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas.

Peternak Sapi Sarnubi yang merupakan Mitra Penelitian : Mitra sangat membantu dalam penelitian ini dimana mitra membantu menyediakan dan mengantarkan bahan bakukotoran sapi ke tempat penelitian pembuatan biogas. Mitra juga bekerja sama dengan peneliti dalam rangka kegiatan pengabdian pada masyarakat, yaitu mengarahkan para pekerja disana bagaimana dalam mengendalikan lingkungan agar tetap bersih meskipun tempat itu memproduksi kotoran sapi dalam jumlah yang banyak. Selain itu, peneliti juga membantu menyediakan beberapa peralatan kebersihan seperti troli gerobak roda, beberapa cangkul, dan sekop untuk membersihkan kandang. Mitra sangat bersedia jika kerjasama yang telah terjalin dapat terus dilanjutkan dimasa yang akan datang atau pada tahun ke 2 Penelitian.

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Keterlambatan dana penelitian saat itu sedikit menghambat untuk melaksanakan penelitian lebih awal. Namun akhirnya penelitian tetap dapat diselesaikan sesuai waktu yang telah ditetapkan . Mengenai luaran penelitian yang Paten sudah terdaftar sedangkan luaran jurnal setelah ada kendala dari jurnal yang diajukan diawal akhirnya pengajuan jurnal dialihkan ke jurnal lain yang terindeks juga di Scopus 2 yaitu Jurnal : Journal of Ecological Engineering 2022, 23(11), 49–56

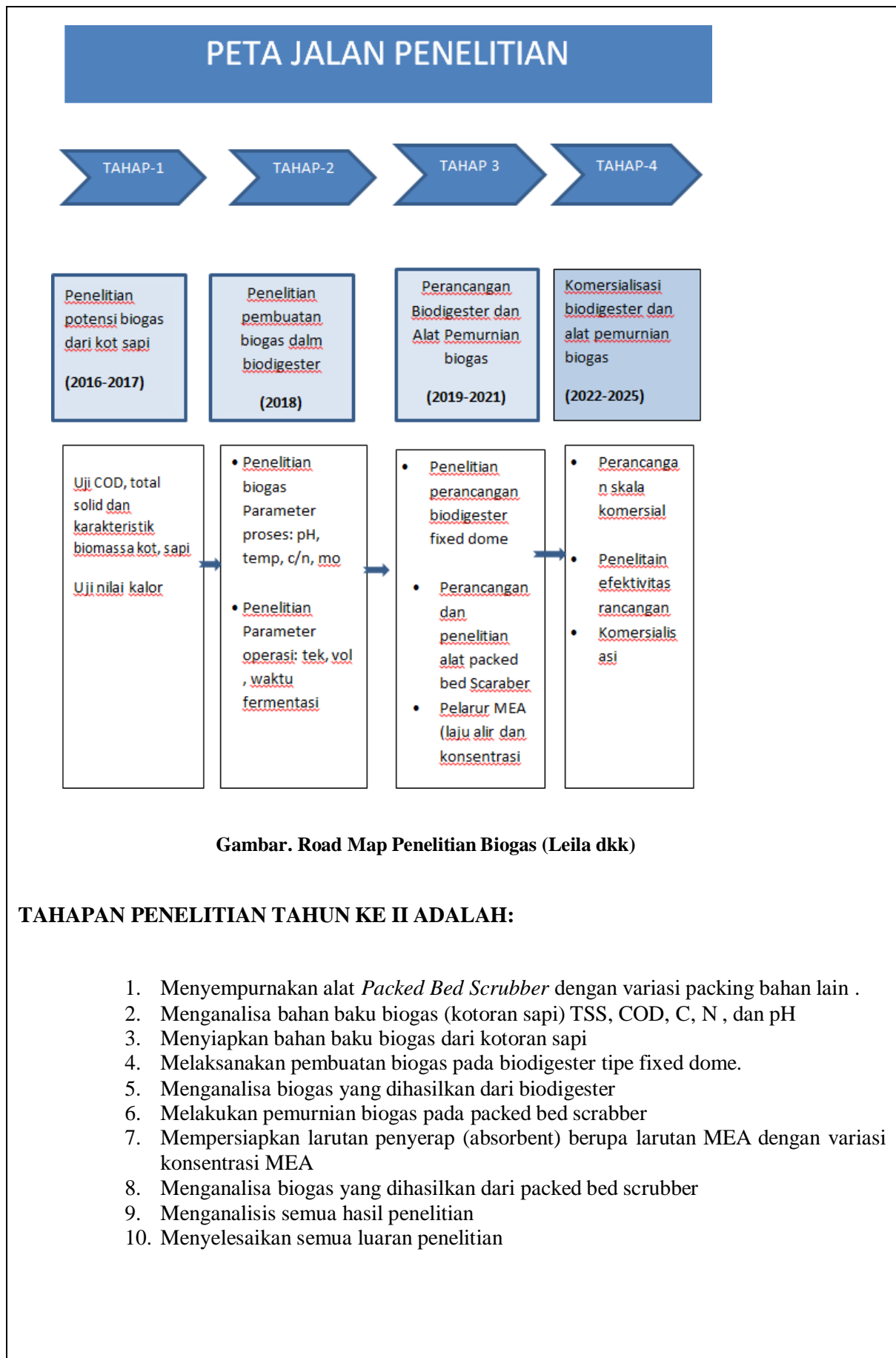
G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Rencana Penelitian tahun ke II :

Pada tahun ke II penelitian masih akan dilanjutkan dalam upaya menyempurnakan alat pengolahan kotoran menjadi biogas yang dilengkapi packed bed scrubber dalam rangka meningkatkan lebih tinggi lagi kemurnian biogas yang dihasilkan dengan memodifikasi bahan packing serta melengkapinya dengan sistem kontrol .

Luaran wajib dan luaran tambahan yang dijanjikan di tahun ke II akan dicapai berupa dokumen hasil uji substansi dan artikel jurnal internasional

Adapun Road map atau peta jalan penelitian secara keseluruhan adalah sebagai berikut :



Jadwal Penelitian yang direncanakan Tahun ke II adalah sebagai berikut:

Tahun ke-II

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Persiapan bahan baku kotoran sapi seperti pelaksanaan tahun I dan melakukan analisa TSS, COD dan pH dll.	X											
2	Penelitian Pembuatan Biogas dan Pemurnian Biogas dengan variasi Packing bahan lain/kaca/.		x	x	x	x							
3	Analisa Biogas hasil						x	x					
4	Analisa Data dan Pembuatan Laporan								x	x			
5	Penyelesaian luaran Penelitian: dokumen hasil Uji substansi dan artikel jurnal Internasional											x	x

.....

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Orhorhoro, E. K., Ebunilo, P. O., dan Sadjere, G. E. (2017 3(6)). Experimental Determination of Effect of Total Solid (TS) and Volatile Solid (VS) on Biogas Yield . *American Journal of Modern Energy*, 131-135 .
2. O. P. Karthikeyan, dan C. Visvanathan. "Bio-energy recovery from high-solid organic substrates by dry anaerobic bio-conversion processes: a review". *Rev. Env. Sci. Biotechnol.*, 12, 257-284, 2012.
3. Ritonga, A. M., Masrukhi, dan Safi'i, A. I. (2021). Karakterisasi Biogas Hasil Pemurnian dengan Down-Up Purifier Termodifikasi. *Rekayasa Mesin*, v. 12, n. 1, 171 – 179.
4. Anggakara, P., Sudarno, dan Wardhana, I. W. (2013). Pengaruh Pengenceran dan Pengadukan Terhadap Produksi Biogas Pada Limbah Industri Kecil Pengasapan Ikan Dengan Menggunakan Ekstrak Rumen Sapi Sebagai Starter. *Jurnal Teknik Lingkungan 2.3* , 1-8.
5. Oktiana, T. D., Santoso, J., & Kawaroe, M. (2005). Alga Hijau (*Ulva sp.*) sebagai Bahan Baku Produksi Biogas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 191-203.
6. Khaerunnisa, G., dan Rahmawati, I. (2013). Pengaruh pH dan Rasio COD:N terhadap Produksi Biogas dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Vinasse). *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri Vol.2 No.3*, 1-7.
7. Sjafruddin, R., dan Azis, A. (2017). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Gula Rafinasi sebagai Bahan Baku Pembuatan Energi Terbarukan (Biogas). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 55-60.
8. (Speec e, R. E., "Anaerobic tec hnology for industrial waste waters", USA , Archae Press, (1996).
9. Kalsum, L., Hasan, A., Rusdianasari, Husaini, A., & Bow, Y. (2020). Evaluation of Main Parameter Processorf Anaerobic Digestion of Cow Dung in Fixed Dome Biodigester on Methane Gas Quality. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-6.

10. E. Kwietniewska and J. Tys, "Process characteristics, inhibition factors and methane yields of anaerobic digestion process, with particular focus on microalgal biomass fermentation," *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, vol. 34, (June 2014). [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.041>
11. R. Borja, E. Sánchez, and P. Weiland, "Influence of ammonia concentration on thermophilic anaerobic digestion of cattle manure in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors," *Process Biochem*, vol. 31, no. 5, (June 1996). [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/0032-9592\(95\)00099-2](https://doi.org/10.1016/0032-9592(95)00099-2)
12. R. Rajagopal, D. Massé, and G. Singh, "A critical review on inhibition of anaerobic digestion process by excess ammonia," *Bioresource Technology*, vol. 143, September 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.06.030>
13. Esposito G et al (2012) Anaerobic co-digestion of organic wastes. *Rev Environ Sci Bio/Technol* 11(4):325–34.
14. Khanal, S. K. (2008). Overview of anaerobic biotechnology. *Anaerobic Biotechnology for Bioenergy Production*, 1-27.
15. Oleszek M, Król A, Tys J, Matyka M, Kulik M (2014) Comparison of biogas production from wild and cultivated varieties of reed canary grass. *Biores Technol* 156:303–306.
16. Bond, T., & Templeton, M. R. (2011). History and future of domestic biogas plants in the developing world. *Energy for Sustainable Development*, 347–354.
17. Saputra, T., Triatmojo, S., & Pertiwinigrum, A. (2010). Produksi Biogas dari Campuran Feses Sapi dan Ampas Tebu (Bagasse) dengan Rasio C/N yang Berbeda. *Buletin Peternakan*, 114-122.
18. Raja, I. A., & Wazir, S. (2017). Biogas Production: The Fundamental Processes. *Universal Journal of Engineering Science*, 29-37.
19. Putra, G. M. D, Sirajuddin, H.A., Asih, P., Diah, A. S., san Surya, A. M. (2017). "Rancang Bangun Reaktor Tipe Portable Dari Limbah Kotoran Ternak Sapi", *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, v. 5 n.1, pp. 369-374.
20. Ituen EE, John NM, Bassey BE (2007). Biogas production from organic waste in Akwa Ibom State of Nigeria. *Appropriate Technologies for Environmental Protection in the Developing World. Selected Papers from ERTEP 2007, July 17-19, Ghana*
21. Niemczewska, J. (2012). *Nafta-Gaz - wydanie: 2012 / Maj*. Retrieved November 6, 2021, from Instytut Nafty i Gazu: <http://archiwum.inig.pl/INST/nafta-gaz/nafta-gaz/Nafta-Gaz-2012-05-03.pdf>
22. Recebli, Z., Selimli, S., Ozkaymak, M., & Gonc, O. (2015). Biogas Production from Animal Manure. *Journal of Engineering Science and Technology Vol. 10, No. 6*, 722 - 729 .
23. Zlateva, P., & Dimitrov, R. (2021). An analysis of the potential use of waste materials for biogas plant development. *OP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1-6.
24. Mikielwicz, D., Kosowski, K., Tucki, K., & Piwowarski, M. (2019). Influence of Different Biofuels on the Efficiency of Gas Turbine Cycles for Prosumer and Distributed Energy Power Plants. *Energies*, 1-21.
25. Kadarjono, A., Yusnitha, E., Dantosa, A. S. D., dan Winastri, P. D. 2020. Pengaruh Jenis Packing pada Menara *Packed-Bed Absorber* dalam Penyerapan Gas NOx. *Urania*, Vol. 26 No. 1, 25-36.
26. Kasikamphaiboon, P., Chungsiripom, J., Bunyakan, C., dan Wiyaratn, W. 2013. *Simultaneous removal CO₂ and H₂S using MEA solution in apacked column absorber for biogas upgrading*. *Songklanakarin J.Sci. Technol*, 683-691.
27. Dang, H., & Rochelle, G. (2003). *CO₂ Absorption Rate and Solubility in Monoethanolamine/Piperazine/Water. Separation Science and Technology*, 337 - 357.
28. Krumdieck, S., dan Wallace, J. 2008. *Compact, Low Energy CO₂ Management using Amine Solution in a Packed Bubble Column. Chemical Engineering Journal*, 3-9.
29. Sianipar, R. H. 2009. *Tesis: Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida Pada Masyarakat Sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

The Effect of the Packing Flow Area and Biogas Flow Rate on Biogas Purification in Packed Bed Scrubber

Leila Kalsum^{1*}, Rusdianasari¹, Abu Hasan¹

¹ Departement of Renewable Energy Engineering, Sriwijaya State Polytechnic, Bukit Besar, Palembang, 30139, Indonesia

* Corresponding author's e-mail: leila_k@polsri.ac.id

ABSTRACT

The objective of this study was to reduce the level of impurities in biogas to obtain a higher concentration of methane gas (CH₄) in it. The biogas purification process was carried out in a packed scrubber using Monoethanolamine (MEA) compound as an absorbent. This research focused on the effect of the packing flow area and the optimum biogas flow rate for obtaining purified biogas with a high concentration of methane (CH₄). The results of the study reveal that the packing flow area measuring 0.1963 cm² is more optimal in the purification process compared to 1.7633 cm² packing flow area. Different biogas flow rates at 0.3 L/min, 0.5 L/min, 1 L/min, and 12 L/min yield different results, and the highest concentration of CH₄ at 90.141% is obtained from the slowest flow rate, which is 0.3 L/min. The slow flow rate and a small packing flow area equal to a longer contact time between MEA and the biogas flowing through it; hence, the absorption contact area is also greater compared to that with a faster flow rate; therefore, the highest level of CH₄ is obtained at the slowest biogas flow rate.

Keywords: biogas purification, MEA, packing flow area, biogas flow rate, packed column.

INTRODUCTION

One of the main matters in facilitating the socio-economic development of a country is energy (Nwokolo et al., 2020). The need for energy has consequently increased along with the increasing world population (Nwokolo et al., 2020). The world's energy reserves are still very much dependent on fossil fuel sources, such as crude oil, coal, and natural gas (Kalsum et al., 2020). However, the use of fossil fuels to fulfill these energy needs leaves a negative impact (Nwokolo et al., 2020). Fossil fuels sources are not renewable and eventually they will be depleted; therefore, renewable energy source is needed (Kalsum et al., 2020). Biogas is one of the renewable energy sources because it uses natural and renewable materials. Biogas has generated massive research interest for production and emerged as one of the alternative fuels (Tetteh et al., 2018). The other advantage of biogas is the waste of biogas named slurry can also

be converted into organic fertilizer. Biogas is a flammable gas that mainly consists of methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂) and is obtained from organic compounds decomposition by anaerobic bacteria (Speight and Radovanovic, 2020). The biogas compositions commonly consists of 50–70% methane, 30–40% carbon dioxide, and other gases in small amounts, and the composition is depending on the type of the organic compounds from (Iswanto et al., 2021). Biogas has a heat combustion value between 4800 and 6200 kCal/m³, with a specific gravity that is 20% lighter than air (Mara, 2012). Biogas has been widely used in the community, including in biogas stoves and lamps (Abdurrakhman et al., 2020). Biogas with methane content will generate a fairly clean combustion without producing soot (Kasikamphaiboon et al., 2013). The combustion value of pure methane gas can go as high as 8900 kCal/m³ (Mara, 2012). However, methane is also one of the greenhouse gases with a negative impact that is 21 times more harmful

than CO_2 (Gustiar et al., 2014). Nonetheless, the negative impact of methane can be reduced by using it as fuel (Allo and Widjasena, 2019). Besides its advantages, there is also a drawback from the unpurified biogas, which comes from the impurities within it, such as carbon dioxide (CO_2) and hydrogen sulfide (H_2S). The CO_2 and H_2S content in biogas will lower its calorific value and trigger corrosion respectively, which the impacts lead to decreasing quality of biogas (Tabatabaei and Ghanavati, 2018; Seohartanto et al., 2021). Moreover, H_2S and CO_2 in biogas can also pollute the environment and are detrimental to human health (Saleh et al., 2015a). To reduce the impact of gas impurities, biogas has to be purified before use. After undergoing a purification process, biogas can be used as co-generator fuel (Detman et al., 2017). In addition to its use as fuel for household needs, the biogas with a high enough methane content can also be used as fuel for CNG machines in industry (Saleh et al., 2015).

One of the methods of biogas purification is absorption. The absorption method is widely used to remove the CO_2 and H_2S content in the chemical industry (Tabatabaei and Ghanavati, 2018). In the absorption process, there is a substrate that absorbs particular substrates depending on the substrate solubility, it is named absorbent. The absorption process in biogas purification is called gas absorption, it occurs when the biogas is in contact with the absorbent solution, and the absorbent absorbs the impurity gases. In principle, the separation is based on the solubility of the diluted (impurities) component in the absorbent; and methane will not be dissolved in the process (Singhal et al., 2017). Therefore, it is necessary to choose a selective absorbent that does not absorb methane gas. The absorption method is designed to operate in biogas low residence time at ambient pressure and temperature (Tabatabaei and Ghanavati, 2018).

The tool used in the study is a packed scrubber, and the packing type used is raschig ring type with two kinds of flow areas. A packed scrubber is basically a column filled with filler material (Ardhiany, 2018). In this matter, the filler refers to packing. A scrubber is a tool used to capture and remove unwanted substances (Setyowati, 2017). The objective of this study is to increase the CH_4 concentration using monoethanolamine (MEA) as an absorbent in the packed scrubber, while taking into account the different packing flow areas and biogas flow rates.

MATERIALS AND METHODS

Experimental set up

Prior to the process of purification of biogas in a packed bed scrubber, several steps must be conducted which are the preparation of material slurry of cow dung and biogas production. The main tools to produce biogas and to purify biogas have been integrated into one unit in order to make the process of anaerobic digestion and gas purification easy to be controlled.

In the preparation process, cow dung which is used as feed in biodigester is mixed with water on a scale of 1:3 to form slurry. Then, the mixture is mixed properly and added a 50 ml prebiotic in order to increase biogas production. The type of biodigester that is used is the fixed dome with a total volume of 250 liters. Moreover, the slurry is added to the biodigester until it is filled 80% of the total volume of biodigester, other 20% of the volume of the biodigester is left empty to make a space where biogas will be formed.

Biogas purification is carried out during the optimum time of biogas production, i.e., on the 21st day of biogas fermentation, Tetteh Emanuel et al., 2018 stated that optimum time of anaerobic digestion is on the 20th day. Biogas purification is carried out using the absorption method (Daiyan et al., 2020) by allowing it to pass through the scrubber, which will absorb the impurities such as H_2S and CO_2 by absorbent solution. The shape of Packed Bed Scrubber for purification process is a cylindrical column, in addition of support plate inside in order to support packing materials. This is used in the process of purification. Well designed packed bed scrubber will provide the required mass transfer contact between gas and liquid phase and will give high removal efficiencies of impurities. Below is the Figure 1 of Packed Bed Scrubber that is used in this study.

Raw biogas which is produced by biodigester is pumped from bottom column to the upper part of the scrubber column; meanwhile, the MEA 1 M solution is pumped from the upper part of the scrubber column to bottom column. The MEA solution contacts the biogas stream through the packing. In the study, a variety of biogas flow rates were used, i.e. 0.3 L/min, 0.5 L/min, 1 L/min, and 12 L/min. As for the packing, we are using the raschig ring type with different flow areas, i.e., 1.7663 cm^2 and 0.1963 cm^2 . The formula for calculating the packing flow area (a) is as follows:

$$a = \frac{\pi D^2}{4} \text{ (Kern, 1983)} \quad (1)$$

where: a – flow area (cm^2),
 D – diameter packing (cm).

In the Figure 2 below are the types of packing used in the study of the Packed Bed Scrubber. The results of the purification process were analyzed using gas chromatography (GC) to find out methane concentration in the gas, whereas the H_2S and CO_2 concentration was measured using biogas analyzer device. The research process is briefly illustrated in Figure 3 below.

RESULTS AND DISCUSSION

Biogas composition before purification

The research was carried out on the 21st day of biogas production. On that day, the concentration of methane gas was quite high and there were no signs of abating; therefore, it was safe to surmise that the concentration of carbon dioxide was also high; hence, the gas could be purified by reducing the CO_2 concentration in the raw biogas. The data pertaining to the analysis of biogas composition before purification are presented in Table 1 below. The results of methane chromatogram analysis from the gas chromatography (GC) are presented in Figure 4 below.

The effect of the packing flow area (a) on methane gas (CH_4) concentration in purified biogas

Packing flow area is the extent of an area that can be passed through by both the absorbent and gas during the biogas purification process using



Figure 1. Packed bed scrubber

the absorption method. The effect of the flow area on the yield of biogas purification is presented in Figure 5 below. Figure 5 shows that a flow area measuring 1.7663 cm^2 will yield 80.484% of



(a)



(b)

Figure 2. Raschig ring packing, (a) 1.7663 cm^2 flow area, (b) 0.1963 cm^2 flow area

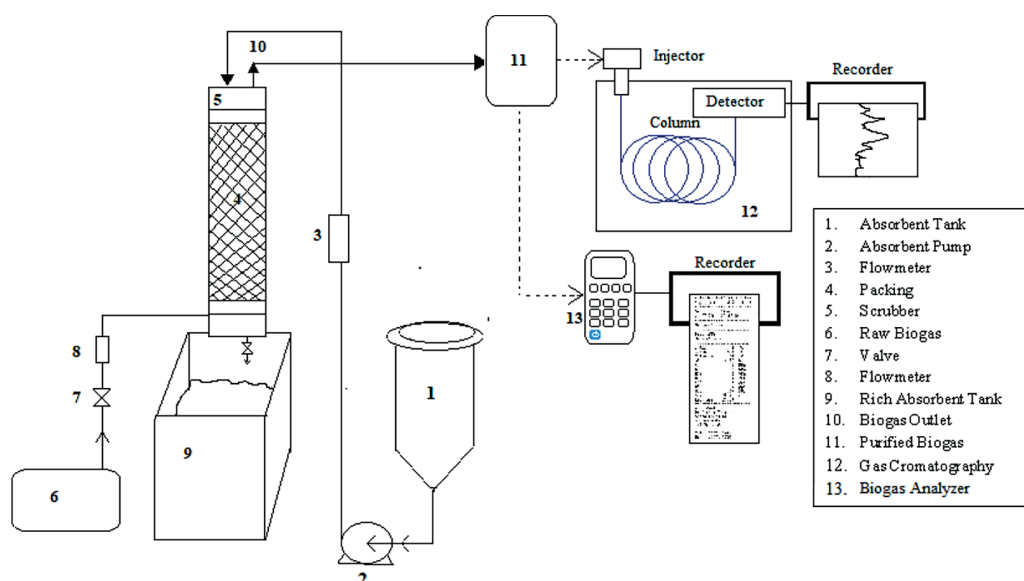


Figure 3. Research process schematic for absorption process

Table 1. Data before biogas purification

Composition	Concentration
CH ₄ (%)	60.231%
CO ₂ (%)	26.60%
H ₂ S (ppm)	263 ppm

purified biogas; meanwhile, a 0.1963 cm² flow area will yield 90.141% of purified biogas, which is an increase from the figure before purification at 60.231%. To express it in another way, the size of a packing flow area definitely affects the yield of the purification process. i.e. a smaller flow area will yield more purified biogas. This is because a smaller flow area will allow for a longer contact time, and therefore it will be able to absorb more impurities. The findings are in line with a study by Kadarjono et al., (2020) which show that pall ring is the most effective packing among

pall rings, ralu rings, and nor-pac rings because it creates a smaller dimension. Nonetheless, care must be taken to ensure that the diameter or a flow area is not too small because it may obstruct the flow of the fluid. The result of this study is consistent with the previous study by Kadarjono et al. (2020) that states the effective packing area tends to diminish, as the fluid flow rate increases. This is also in line with the results of a previous study by Arachchige and Melaen (2012), which compared the type and size of packing that the use of random packing with a smaller packing size will capture more CO₂, while the use of structured packing will capture more CO₂ if the packing size is larger. The volumetric mass transfer coefficient commonly increases along with surface area (Kolev et al., 2006). However, the packing surface area should not be the only scoring criterion for estimating a higher mass transfer

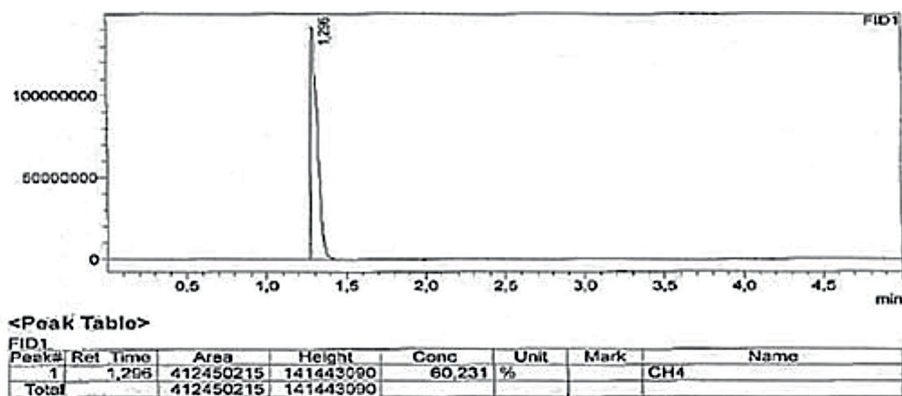


Figure 4. Methane composition before purification

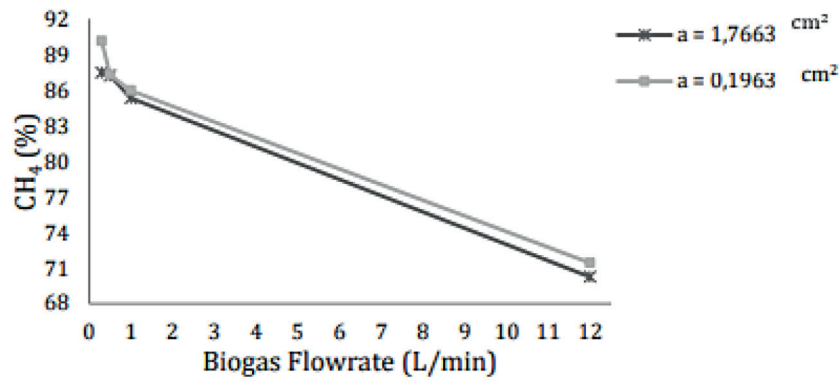


Figure 5. The effect of the flow area and biogas flow rate on the yield of purified biogas

coefficient; there are also other influencing factors such as packing arrangement pattern, crimp height, and crimp angle in the case of structured packing (Aroonwilas et al., 2003).

The effect of the biogas flow rate on methane gas (CH₄)

The effect of the biogas flow rate on the rising concentration of methane gas (CH₄) is presented in Figure 5. Other gases such as CO₂ and H₂S have greater solubility compared to CH₄. Moreover, Figure 5 also shows that the concentration of methane gas increased to 70–90% in relation to the size of the packing flow area. Before purification, the concentration of methane in biogas was 60.231%, after the purification process with 0.3 L/min flow rate using 1.7663 cm² packing flow area, the concentration rose to 87.484% and the figure rose even further to 90.141% with a packing flow area measuring 0.1963 cm². The graph shows that a faster flow rate will lower the yield of methane gas. A fast flow rate means a shorter contact time between the gas and MEA in the packed scrubber; hence, fewer impurities will be absorbed by MEA. It also mentioned by Villadsen et al., (2021) observed that the increase in gas flow decreased the percentage of removal. The findings of this study are in line with the findings of the previous study by Kasikamphaiboon et al., (2013), which reveals that the slowest biogas flow rate at 1 L/min will yield the best results in gas impurities absorption.

The effect of the biogas flow rate on carbon dioxide (CO₂) concentration

Carbon dioxide (CO₂) is the by-product of a perfect combustion process; hence, CO₂ is a substance that does not burn again. Therefore, when

CO₂ is present in fuel, it will reduce the calorific value of the fuel. Biogas contains a significant amount of CO₂ (ranging from 25–45%). Reducing the CO₂ concentration in biogas will significantly increase its quality; therefore, it must be done. The CO₂ absorption reaction is presented below (Kasikamphaiboon et al., 2013).



The analysis of the CO₂ concentration after biogas purification reveals a significant drop. After purification, the level of CO₂ can be lowered from 26.60% to 0.20–2.75% depending on the different biogas flow rate being used. Meanwhile, the effect of the biogas flow rate on the composition of carbon dioxide (CO₂) is presented in Figure 6 below.

Figure 6 above shows that excellent absorption occurs when the biogas flow rate is at 0.3 L/min. After the CO₂ purification, the concentration dropped to 0.34% with 1.7663 cm² packing flow area and dropped even further to 0.20% with 0.1963 cm² packing flow area. MEA itself is a relatively strong alkali with a fast reaction rate and is able to lower the CO₂ concentration (Dang and Rochelle, 2003). There is a reversible and exothermic reaction between MEA and CO₂ by supplying heat to the system (Krumdieck and Wallace, 2008).

From the figure it can also be learned that the faster biogas flow rate would lead to a higher CO₂ concentration after purification. A fast flow rate means a shorter contact time between biogas and MEA in the packed scrubber; hence, less impurities will be absorbed by MEA, whereas a slow flow rate will lead to more CO₂ being absorbed, because there will be more contact time and more contact area between the biogas and MEA, which will lower the concentration of CO₂ after purification and increase the concentration of methane in biogas. This is due to gas solubility, wherein CH₄

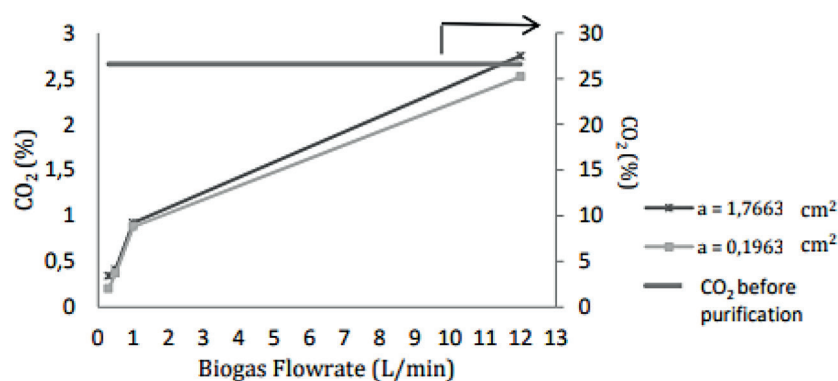


Figure 6. The relationship between carbon dioxide (CO_2) and the biogas flow rate

Table 2. H_2S concentration before and after purification

Packing flow area (cm^2)	Biogas flow rate (L/min)	H_2S before purification (ppm)	H_2S after purification (ppm)
1.7663	0.3		0
	0.5	263	0
	1.0		0
	12		0
0.1963	0.3		0
	0.5	263	0
	1.0		0
	12		0

has a lower solubility than CO_2 . However, unlike the results obtained by Augeletti et al., (2020), the higher the biogas flow rate, the greater the total amount of CO_2 absorbed. There are differences in the research techniques, where Augeletti et al., (2020) compares three variations of biogas flow rate with the same absorption time, whereas this study was not at the same absorption time but by filling the sample bag to the brim with the same size sample bag.

The effect of the biogas flow rate on hydrogen sulfide (H_2S) concentration

Hydrogen sulfide (H_2S) is a colorless gas and its presence in biogas will cause an unpleasant odor, and in high concentration it will affect respiratory health. For that reason, the H_2S concentration in biogas has to be lowered or removed entirely. Biogas purification using MEA with different packing flow areas and different biogas flow rates shows that the H_2S concentration can be dropped from 263 ppm to 0 ppm. The effect of the biogas flow rate on the composition of hydrogen sulfide (H_2S) is presented in Table 2. The results of the analysis reveal that the H_2S concentration

dropped from 263 ppm to 0 ppm after undergoing the purification process with MEA 1 M solution with different biogas flow rates. H_2S has been identified as the substance that causes problems in equipment due to its corrosive nature that will corrode and form crust in equipment. Using biogas while it still contains H_2S will produce sulfur and sulfuric acid that are corrosive to any types of metal. Removing H_2S from biogas through the purification process will protect the machine components from the corrosive effect of biogas. Even at a concentration as low as 0.0005 to 0.3 ppm humans can detect the smell of H_2S . At a higher concentration, H_2S may cause a person to lose his/her sense of smell (Sianipar, 2009). The biogas purified with MEA solution will have all traces of H_2S completely removed, as indicated by the loss of the typical foul odor of hydrogen sulfide (H_2S).

CONCLUSIONS

The results of the study show that the best biogas flow rate in the purification process that will yield the highest CH_4 concentration at 90.141% is 0.3 L/min, which is the slowest flow rate with a

packing flow area measuring 0.1963 cm². The best combination of the biogas flow rate and packing flow area size at 0.3 L/min and 0.1963 cm² will lower the concentration of CO₂ and H₂S to 0.20% and 0 ppm. This is because a slow flow rate will lead to a longer contact time between biogas and MEA and the extent of the contact area; therefore, more impurities will be absorbed and in turn will lead to a higher yield of CH₄.

Acknowledgements

We gratefully thank KEMENDIKBU-DRISTEK for sponsoring this research in 2021. And we also thank to the Research Unit and Community service of Sriwijaya State of Polytechnic for their support in this study.

REFERENCES

1. Abdurrakhman A., Soehartanto T., Hadi H.S., Toriki M.B., Widjiantoro B.L., Sampurno B. 2020. Design of Output Power Control System Based on Mass Flow Rate Comparison of Air-Fuel Ratio (AFR) on Dual Fuel Generator Set by Using PID Control Method. *International Journal of Technology*, 11(3), 574–586.
2. Alkusma Y.M., Hermawan., Hadiyanto. 2016. Pengembangan Potensi Energi Alternatif dengan Pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan di Kabupaten Kotawaringin Timur. *Jurnal Ilmiah. Jawa Tengah: Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro*, 14(2), 96–102.
3. Allo S.L., Widjasena H. 2019. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Makbon Kota Sorong. *Jurnal Elektro Luceat*, 5(2), 14–24.
4. Arachchige U.S.P., Melaaen M.C. 2012. Selection of packing materials for gas absorption.
5. *European Journal of Scientific Research*, 87(1), 117–126.
6. Ardhiyany S. 2018. Proses Absorpsi Gas CO₂ Dalam Biogas Menggunakan Alat Absorber Tipe Packing dengan Analisa Pengaruh Laju Alir Absorben NaOH. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 9(2), 55–64.
7. Augelletti R., Galli S., Gislon P., Granati M., Monteleone G., Murmura M.A., Annesini M.C. 2020. Biogas upgrading through CO₂ removal by chemical absorption in an amine organic solution: Physical and technical assessment, simulation and experimental validation. *Biomass and Bioenergy*, 141, 1–11.
8. Daiyan I.N., Kalsum L., Bow Y. 2020. Capturing CO₂ from Biogas by MEA (Monoethanolamine) using Packed Bed Scrubber. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 4(2), 54–62.
9. Dang, Rochelle. 2003. CO₂ Absorption Rate and Solubility in Monoethanolamine/ Piperazine/Water. *Separation Science and Technology*, 38(2), 337–357.
10. Detman A., Chojnacka A., Błaszczuk M., Kaźmierczak W., Piotrowski J., Sikora A. 2017. Biohydrogen and Biomethane (Biogas) Production in the Consecutive Stages of Anaerobic Digestion of Molasses. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(3), 1023–1029.
11. Gustiar F., Suwignyo R. A., Suheryanto., Munandar. 2014. Reduksi Gas Metan (CH₄) dengan Meningkatkan Komposisi Konsentrat dalam Pakan Ternak Sapi. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 3(1), 14–24.
12. Iswanto, Ma'arif A., Kebenaran B., Megantoro P. 2021. Design of gas concentration measurement and monitoring system for biogas power plant. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 22(2), 726–732.
13. Kadarjono A., Yusnitha E., Dantosa A. S. D., Winastri P. D. 2020. Pengaruh Jenis Packing pada Menara Packed-Bed Absorber dalam Penyerapan Gas NOx. *Urania*, 26(1), 25–36.
14. Kalsum L., Hasan A., Rusdianasari., Husaini A., Bow Y. 2020. Evaluation of Main Parameter Process of Anaerobic Digestion of Cow Dung in Fixed Dome Biodigester on Methane Gas Quality. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1), 1–6.
15. Kasikamphaiboon P., Chungsiripom J., Bunyakan C., Wiyaratn W. 2013. Simultaneous removal CO₂ and H₂S using MEA solution in a packed column absorber for biogas upgrading. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 6(8), 683–691.
16. Kern D.Q. 1983. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Company Japan, Ltd, Japan.
17. Khan I. U., Othman M. H., Hashim H., Matsuura T., Ismail A., Arzhandi M. R.D. 2017. Biogas as a renewable energy fuel- A review of biogas upgrading, utilization and storage. *Energy Conversion and Management*, 150, 277–294.
18. Krumdieck S., Wallace J. 2008. Compact, Low Energy CO₂ Management using Amine Solution in a Packed Bubble Column. *Chemical Engineering Journal*, 135(1–2), 3–9.
19. Mara I.M. 2012. Analisis Penyerapan Gas Karbon-dioksida (CO₂) Dengan Larutan NaOH Terhadap Kualitas Biogas Kotoran Sapi. *Dinamika Teknik Mesin*, 2(1), 1–8.
20. Meynell P.J. 1976. *Methane: Planning a Digester*. Great Britain, Prism Press
21. Nwokolo N., Mukumba P., Obileke K., Enebe M. 2020. Waste to energy: A focus on the impact of substrate type in biogas production. *Processes*, 8(10), 1224.
22. Saleh A., Tobing J. D., Pratama H. 2015a.

- Peningkatan Persentase Metana dalam Kualitas Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Menggunakan Membran Berbahan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(2), 24–30.
23. Saleh A., Permana D.A., Yuliandita R. 2015b. Pengaruh Komposisi Absorben Campuran (Zeolit -Semen Putih) dan Waktu Absorpsi Produk Gas Metana Terhadap Kualitas Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(4), 1–6.
24. Setyowati A.D. 2017. Aplikasi Zeolit pada Pembuatan Scrubber Gas Etilen (C_2H_4) untuk Pengawetan Buah Nangka Kupas. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 1(2), 62–69.
25. Sianipar R.H. 2009. Tesis: Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida Pada Masyarakat Sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan. Master's Thesis, Graduate Program, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia.
26. Singhal S., Agarwal S., Arora S., Sharma P., Singhal N. 2017. Upgrading techniques for transformation of biogas to bio-CNG: A review. *Int. J. Energy Res*, 41(12), 1657–1669.
27. Soehartanto T., Wahyuono R.A., Aisyah P.Y., Ubaidhilah B. 2021. A Novel Simple Dipping- Nebulizing Water Absorption for Biogas Purification. *International Journal of Technology*, 12(1), 186–194.
28. Speight J.G., Radovanovic L. 2020. Biogas-A Substitute for Natural Gas. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, 18(1), 95–99.
29. Tabatabaei M., Ghanavati H. 2018. *Biogas Fundamentals, Process, and Operation*. Karaj, Springer.
30. Tetteh E., Amano K.O.A., Asante-Sackey D., Armah E. 2018. Response Surface Optimisation of Biogas Potential in Co-Digestion of *Miscanthus Fuscus* and Cow Dung. *International Journal of Technology*, 9(5), 944–954.
31. Villadsen S.N.B., Kaab M.A., Nielsen L.P., Møller P., Fosbøl P.L. 2021. New electroscrubbing process for desulfurization. *Separation and Purification Technology*, 278, 119552.



KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
Jl. HR. Rasuna Said kav 8-9 Kuningan, Jakarta Selatan, 12940
Telepon: (021) 57905611 Faksimili: (021) 57905611
Laman: <http://www.dgip.go.id> Surel: dopatent@dgip.go.id

Nomor : HKI.3-KI.05.01.03.2022/SID/00170

17 Januari 2022

Lampiran : -

Hal : Pemberitahuan Permohonan Paten Telah Diumumkan

Yth. Politeknik Negeri Sriwijaya

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

Dengan ini diberitahukan bahwa Permohonan Paten :

Tanggal Pengajuan : 12 November 2021
(21) Nomor Permohonan : S00202109944
(71) Pemohon : Politeknik Negeri Sriwijaya
(54) Judul Invensi : Alat Packed Bed Scrubber Untuk Pemurnian Biogas
(30) Data Prioritas :
(74) Konsultan HKI :
(22) Tanggal Penerimaan : 12 November 2021

Telah diumumkan pada tanggal **17 Januari 2022** dengan nomor Publikasi 2022/SID/00170

Sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam Undang-undang tentang Paten, saudara dapat mengajukan permohonan pemeriksaan substantif Paten paling lambat 6(enam) Bulan terhitung sejak tanggal penerimaan permohonan paten sebagaimana tersebut diatas. Tidak diajukannya permohonan substantif paten dimaksud dalam waktu yang ditentukan tersebut akan mengakibatkan permohonan paten ini dianggap ditarik kembali. Apabila telah dilakukan pembayaran maka informasi ini diabaikan.

Demikian untuk diketahui



a.n Direktur Paten, Desain Tata Letak
Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang
Plt. Kasubdit Permohonan dan Publikasi

Drs. SLAMET RIYADI, M. Si.
NIP. 196407231991031001

Tembusan:
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual.

**SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN MITRA
KEGIATAN PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**

Yang bertanda tangan dibawah ini kami:

Nama : SARNUBI, SE

Jabatan : PEMILIK PETERNAKAN SAPI

Identitas(NIK/NIP/KTP) : 1671041412610003

Mewakili instansi : CV. FIVE BROTHER COW

Alamat instansi : Jl. Sukawinatan No. 143 RT.68/RW.10
Kelurahan Sukajaya Kecamatan Sukarame
Palembang

Menyatakan kesediaan kami untuk bekerjasama sebagai Mitra dalam kegiatan Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) dengan tim dari POLSRI sebagai berikut:

Judul Penelitian : Rancang Bangun Biodigester Kotoran Sapi Yang
Dilengkapi Dengan Packed Bed Scrubber Untuk
Pemurnian Biogas

Ketua Tim : Dr.Ir. Leila Kalsum, MT

Program Penelitian / Sumber dana : Ristekdikti

Dengan ini menyatakan bersedia untuk turut membantu pelaksanaan kegiatan Penelitian selama program berjalan, dengan cara membantu dalam hal yang dianggap menyelesaikan kegiatan tersebut.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab tanpa ada unsur pemaksaan di dalam pembuatannya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 16 Agustus 2019

Yang me


(SARNUBI, SE)

