

**USULAN PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2020
SKEMA INOVASI DAN PERCEPATAN HILIRISASI
GELOMBANG KEDUA**



**PENGUJIAN PROTOTIPE BIOREAKTOR WINDROW AEROBIK
SKALA PILOT PLANT UNTUK KONVERSI LIMBAH BIOMASSA
PABRIK KELAPA SAWIT MENJADI BIOFERTILIZER**

Ketua : Prof. Dr. Adrianto Ahmad, MT; 0018105802

Anggota : Drs. Edward HS, MT; 0022105901

Jecky Asmura, ST, MT; 0016047703

Sumber Dana: PNBP LPPM UNRI

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS RIAU
MARET, 2020**

Halaman Pengesahan Penelitian

1. Judul Kegiatan
Pengujian Prototipe Bioreaktor Windrow Aerobik Skala Pilot Plant Untuk Konversi Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit menjadi Biofertilizer
2. Ketua Peneliti :
 - a. Nama Lengkap : Prof. Dr. H. Adrianto Ahmad, MT
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIDN : 0018105802
 - d. Jabatan Struktural : Kepala Laboratorium Teknologi Bioproses
 - e. Jabatan Fungsional : Guru Besar
 - f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia
 - g. Alamat Kantor : Jurusan Teknik Kimia UNRI
 - h. Telp/Fax : 0761-566937
 - i. Alamat Rumah : Jln. Serai No. 2 Tuanku Tambusai Pekanbaru
 - j. Telp/Fax/HP/Email : 0761-567446/0761-33671; 0813 7891 1958
adri@unri.ac.id
3. Anggota Peneliti 1 :
 - a. Nama Lengkap : Drs. Edward HS, MT
 - b. Jabatan Fungsional : Lektor
 - c. NIDN : 0022105901
4. Anggota Peneliti 2 :
 - a. Nama Lengkap : Jecky Asmura, ST, MT
 - b. Jabatan Fungsional : Lektor
 - c. NIDN : 001604773
5. Jangka Waktu Penelitian : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
6. Pembiayaan :
 - a. Dana Yang Diusulkan : Rp. 70.000.000,00
 - b. Sumber Dana : DIPA LPPM Universitas Riau Tahun 2020

Mengerahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Riau



(Dr. Ir. An. Sandhyavitri, MSc)
NIP. 19680427 199512 1 001

Pekanbaru, 12 Maret 2020.
Ketua Peneliti

(Prof. Dr. Adrianto Ahmad, MT)
NIP. 19581018 198703 1 001

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Riau

(Prof. Dr. Almasdi Syahza, SE, MP)
NIP. 19600822 199002 1 002

RINGKASAN RENCANA PENELITIAN

Pemerintah Indonesia telah mencanangkan bahwa produksi minyak sawit kasar (CPO) pada tahun 2020 dicapai sebesar 26 juta ton yang diolah dari 68 juta ton TBS. Setiap ton TBS yang diolah akan menghasilkan limbah biomassa berupa tandan kosong sawit sebesar 20-30 %, cangkang sawit 4-5 % dan serat 8-11 % dengan sendirinya menghasilkan limbah biomassa tandan kosong sawit sebesar 17,2 juta ton, limbah biomassa serat sebesar 6,5 juta ton dan limbah biomassa cangkang sebesar 3,1 juta ton. Data tersebut menunjukkan bahwa betapa beratnya beban yang ditanggung oleh lingkungan akibat pencemaran oleh limbah biomassa pabrik kelapa sawit. Oleh karena itu, limbah biomassa pabrik kelapa sawit ini perlu penanganan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan (Ahmad dkk, 2009). Limbah biomassa pabrik kelapa sawit yang diperhatikan pada penelitian ini terdiri atas tandan kosong dan serat sawit.

Pada penelitian terdahulu, Ahmad (2011) telah berhasil memanfaatkan tandan kosong dan serat sawit untuk dikonversi menjadi *biofertilizer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tandan kosong dan serat sawit dapat dikonversi menjadi *biofertilizer* dengan memanfaatkan mikroorganisme campuran yang diisolat dari alam. Konsentrasi mikroorganisme yang optimum untuk biodegradasi tandan kosong sawit diperoleh sebesar 60 % selama 50 hari, sedangkan konsentrasi mikroorganisme yang optimum untuk biodegradasi serat sawit diperoleh sebesar 30 % selama 60 hari.

Pada penelitian lanjutan yang dilakukan Ahmad dkk (2012) menunjukkan bahwa metoda windrow aerobik mampu mengolah dan mengubah limbah padat pabrik kelapa sawit (tandan kosong dan serat sawit) menjadi *biofertilizer* dalam waktu yang singkat. Ahmad dkk., (2012a) menyimpulkan bahwa selama proses biodegradasi TKS menunjukkan bahwa kadar karbon semakin menurun, kadar nitrogen mengalami fluktuasi, dan rasio C/N cenderung mengalami penurunan. Semakin besar konsentrasi *starter* semakin cepat proses penguraian bahan organik dan semakin cepat tercapainya rasio C/N optimum. Konsentrasi *starter* optimum adalah 60% yang diperoleh pada hari ke-40 dengan kadar karbon 34,13%, kadar nitrogen 1,73%, dan rasio C/N sebesar 19,69.

Sementara itu, Ahmad dkk. (2012b) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi nitrogen dapat mempercepat proses biodegradasi TKS. Konsentrasi nitrogen optimum diperoleh pada konsentrasi nitrogen 1,5 % pada hari ke 20, dengan rasio C/N 18,15. Selanjutnya, penelitian Ahmad dkk. (2012c) menunjukkan bahwa penambahan fosfor tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap temperatur, pH dan kadar nitrogen selama proses biodegradasi TKS. Semakin besar kadar fosfor (P) maka semakin mempercepat penurunan rasio C/N selama proses biodegradasi. Konsentrasi fosfor optimum diperoleh pada penambahan konsentrasi fosfor 0.20% dengan nilai rasio C/N 19.64 dan waktu biodegradasi selama 20 hari.

Selanjutnya pada biodegradasi serat sawit, Ahmad dkk. (2012d) mendapatkan konsentrasi *starter* optimum pada hari ke-60 sebesar 30 % , temperatur berkisar antara 30-32°C dalam kondisi mesofilik dan pH mendekati pH netral. Menurut Ahmad dkk., (2012e) bahwa penambahan konsentrasi nitrogen dapat mempercepat proses biodegradasi serat sawit. Konsentrasi nitrogen optimum diperoleh pada konsentrasi nitrogen 1.5% pada hari ke 20 dengan rasio C/N sebesar 14.92.

Ahmad dan Andrio (2017 & 2018) telah menguji bioreaktor windrow aerobik tersebut pada skala laboratorium. Hasil riset menunjukkan bahwa penambahan POME sebagai ko-substrat dapat mempercepat proses biodegradasi biomassa kelapa sawit menjadi *biofertilizer*. Hasil riset menunjukkan bahwa penerapan bioreaktor windrow aerobik mampu mencegah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah biomassa, juga dapat menghasilkan *biofertilizer* yang dapat digunakan sebagai pupuk organik yang bermanfaat sebagai pengganti pupuk anorganik. Riset ini telah menghasilkan **Paten N0. P00201803099**.

Berdasarkan teknologi yang telah didaftarkan paten tersebut di atas, maka pengujian prototipe teknologi bioreaktor windrow aerobik untuk konversi limbah biomassa pabrik kelapa sawit (tandan kosong dan serat sawit) menjadi material maju berupa *biofertilizer* diarahkan untuk *scale-up* bioreaktor windrow aerobik dari skala laboratorium menjadi skala *pilot plant*. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian tentang penerapan dan pengujian kinerja prototipe bioreaktor windrow aerobik dalam konversi limbah biomassa pabrik kelapa sawit pada skala *pilot plant*. Selain mampu mencegah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah biomassa, juga dapat menghasilkan material maju berupa *biofertilizer* yang dapat digunakan sebagai pupuk

organik yang bermanfaat sebagai pengganti pupuk anorganik. Riset yang akan diusulkan ini merupakan *Scale-up* prototipe teknologi bioreaktor windrow aerobik dari skala laboratorium menjadi skala *pilot plant* sebagai wujud untuk memperkuat Sistem Inovasi Nasional (**SINas**) dan Sistem Inovasi Daerah (**SIDa**).

Riset yang akan dilakukan selama 3 (tiga) tahun yakni **pada tahun 2020, 2021 dan 2022**. Riset yang dilakukan pada **Tahun Pertama** yakni tahun **2020** diarahkan untuk **scale-up** teknologi bioreaktor windrow aerob skala laboratorium **menjadi skala produksi dengan cara jajaran 5 windrow secara kontinu**. Variabel yang dilakukan adalah penambahan starter sebesar 10 %; 20 % dan 30 %, Selanjutnya **pada tahun kedua (2021)** merupakan kelanjutan dari riset tahun 2020 yang diarahkan untuk peningkatan produksi material maju berupa *biofertilizer* dengan cara substitusi POME sebesar 10 %; 20 % dan 30 %, sedangkan **tahun ketiga (2022)** diarahkan untuk **rancangbangun** alat pemisahan produk dilakukan dengan mengoptimalkan saringan getar. *Biofertilizer* yang dihasilkan akan diujicobakan pada lahan perkebunan sawit. Bioreaktor windrow aerobik yang digunakan mempunyai panjang 5 m, lebar 2 m, ketinggian 1,5 m dengan kapasitas total 15 m³ sebanyak 5 jajaran sehingga mampu menghasilkan *biofertilizer* sebesar 75 m³. Bioreaktor windrow aerobik tersebut akan diujicobakan di lahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Pengoperasian bioreaktor secara kontinu dengan waktu proses 20-30 hari dengan pengujian kualitas sesuai dengan standar SNI pupuk organik. Dengan demikian, akan dihasilkan **Teknologi pada TKT 7 dan Produksi pupuk organik**. Penelitian ini melibatkan 4 mahasiswa program sarjana di Jurusan Teknik Kimia.

IDENTITAS ANGGOTA KEGIATAN PENELITIAN

No.	a) Nama Lengkap b) Bidang Keahlian dan Tugas dalam Penelitian/NIM	a) Gelar Kesarjanaan b) Pendidikan Akhir (S1/S2/S3)	a) Pria/Wanita b) Alokasi waktu (jam/minggu)	a) Unit Kerja b) Lembaga
1.	a) Adrianto Ahmad b) Bidang Keahlian: Bioteknologi Lingkungan Secara umum, tugas peneliti utama dalam penelitian ini adalah bertanggung jawab atas semua kegiatan penelitian.	a) Prof, Dr., MT. b) S3	a) Pria b) 20	a) Lab Teknologi Bioproses b) Universitas Riau
2.	a) Edward HS b) Bidang Keahlian: Teknik Kimia Secara umum, tugas anggota peneliti dalam penelitian ini adalah bertanggung jawab atas kegiatan kualitas <i>biofertilizer</i>	a) Drs., MT., b) S2	a) Pria b) 15	a) Lab Uji Kimia b) Universitas Riau
3.	a) Jecky Asmura b) Bidang Keahlian: Teknik Lingkungan Secara umum, tugas anggota peneliti dalam penelitian ini adalah bertanggung jawab atas kegiatan Konversi Limbah Biomassa	a) ST., MT., b) S2	a) Pria b) 15	a) Lab Teknik Lingkungan b) Universitas Riau

Mahasiswa Yang Terlibat Penelitian

No.	a) Nama Lengkap b) Bidang Keahlian/NIM	a) Pendidikan (S1/S2/S3)	a) Pria/Wanita b) Alokasi waktu (jam/minggu)	a) Unit Kerja b) Lembaga
1.	a) Mora Rahmayuanda b) Teknik Lingkungan, NIM. 1307123520	S1	a) Laki-laki b) 15	a) Lab Teknologi Bioproses b) UR
2.	a) Nindy Tahnia b) Teknik Lingkungan, NIM. 1307113295	S1	a) Wanita b) 15	a) Lab Teknologi Bioproses b) UR
3.	a) Adinda Ryvania Abrir b) Teknik Lingkungan, NIM. 1307114706	S1	a) Wanita b) 15	a) Lab Teknologi Bioproses b) UR
4.	a) Bagus Anugrah b) Teknik Lingkungan, NIM. 1307113506	S1	a) Laki-laki b) 15	a) Lab Teknologi Bioproses b) UR

DAFTAR ISI

	Hal.
Halaman Pengesahan Penelitian	ii
Ringkasan Rencana Penelitian	iii
Identitas Anggota Kegiatan Penelitian	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
A. LATAR BELAKANG PENELITIAN	1
B. PERUMUSAN MASALAH	3
C. MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN	4
D. LUARAN/MANFAAT PENELITIAN	5
E. TINJAUAN PUSTAKA	6
1. Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit	6
2. Pengolahan Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit	7
3. Pemanfaatan Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit	7
4. Prose Biodegradasi Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit	9
5. Penelitian Terdahulu	12
6. Kerangka Penelitian	14
7. Roadmap Penelitian	15
F. METODE PENELITIAN	16
1. Lokasi dan Waktu Penelitian	16
2. Bioreaktor Windrow Aerobik	16
3. Tahapan Penelitian	17
4. Prosedur Penelitian	19
G. JADWAL KEGIATAN	20
H. DAFTAR PUSTAKA	21
I. REKAPITULASI BIAYA	23
I. SUSUNAN ORGANISASI DAN PEMBAGIAN TUGAS TIM	23
J. JUSTIFIKASI ANGGARAN PENELITIAN	27
K. LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal.
1. Fraksi Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit	6
2. Komposisi Kimia Tandan Kosong Sawit	7
3. <i>Heat Value</i> Fraksi Limbah Biomassa	8
4. Kerangka Penelitian	14
5. Jadwal Penelitian	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal.
1. Rancangbangung Bioreaktor Windrow Aerobik Skala Pilot Plant	3
2. Roadmap Penelitian	15
3. Prototipe Bioreaktor Windrow Aerobik	17

A. LATAR BELAKANG

Pemerintah Indonesia telah mencanangkan bahwa produksi minyak sawit kasar (CPO) pada tahun 2020 dicapai sebesar 26 juta ton yang diolah dari 68 juta ton TBS. Setiap ton TBS yang diolah akan menghasilkan limbah biomassa berupa tandan kosong sawit sebesar 20-30 %, cangkang sawit 4-5 % dan serat 8-11 % dengan sendirinya menghasilkan limbah biomassa tandan kosong sawit sebesar 17,2 juta ton, limbah biomassa serat sebesar 6,5 juta ton dan limbah biomassa cangkang sebesar 3,1 juta ton. Data tersebut menunjukkan bahwa betapa beratnya beban yang ditanggung oleh lingkungan akibat pencemaran oleh limbah biomassa pabrik kelapa sawit. Oleh karena itu, limbah biomassa pabrik kelapa sawit ini perlu penanganan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan (Ahmad dkk, 2009). Limbah biomassa pabrik kelapa sawit yang diperhatikan pada penelitian ini terdiri atas tandan kosong dan serat sawit.

Pada penelitian terdahulu, Ahmad (2011) telah berhasil memanfaatkan tandan kosong dan serat sawit untuk dikonversi menjadi *biofertilizer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tandan kosong dan serat sawit dapat dikonversi menjadi *biofertilizer* dengan memanfaatkan mikroorganisme campuran yang diisolat dari alam. Konsentrasi mikroorganisme yang optimum untuk biodegradasi tandan kosong sawit diperoleh sebesar 60 % selama 50 hari, sedangkan konsentrasi mikroorganisme yang optimum untuk biodegradasi serat sawit diperoleh sebesar 30 % selama 60 hari.

Ahmad dkk (2012) menunjukkan bahwa metoda windrow aerobik mampu mengolah dan mengubah limbah biomassa pabrik kelapa sawit (tandan kosong dan serat sawit) menjadi *biofertilizer* dalam waktu yang singkat. Ahmad dkk., (2012a) menyimpulkan bahwa selama proses biodegradasi TKS menunjukkan bahwa kadar karbon semakin menurun, kadar nitrogen mengalami fluktuasi, dan rasio C/N cenderung mengalami penurunan. Semakin besar konsentrasi *starter* semakin cepat proses penguraian bahan organik dan semakin cepat tercapainya rasio C/N optimum. Konsentrasi *starter* optimum adalah 60% yang diperoleh pada hari ke-40 dengan kadar karbon 34,13%, kadar nitrogen 1,73%, dan rasio C/N sebesar 19,69.

Sementara itu, hasil penelitian Ahmad dkk. (2012b) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi nitrogen dapat mempercepat proses biodegradasi TKS. Konsentrasi nitrogen optimum diperoleh pada konsentrasi nitrogen 1,5 % pada hari ke 20, dengan rasio C/N 18,15. Selanjutnya, penelitian Ahmad dkk. (2012c) menunjukkan bahwa

penambahan fosfor tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap temperatur, pH dan kadar nitrogen selama proses biodegradasi TKS. Semakin besar kadar fosfor (P) maka semakin mempercepat penurunan rasio C/N selama proses biodegradasi. Konsentrasi fosfor optimum diperoleh pada penambahan konsentrasi fosfor 0.20% dengan nilai rasio C/N 19.64 dan waktu pengomposan selama 20 hari.

Selanjutnya pada biodegradasi serat sawit, Ahmad dkk. (2012d) mendapatkan konsentrasi starter optimum pada hari ke-60 sebesar 30 % , temperatur berkisar antara 30-32⁰C dalam kondisi mesofilik dan pH mendekati pH netral. Menurut Ahmad dkk., (2012e) bahwa penambahan konsentrasi nitrogen dapat mempercepat proses pengomposan serat sawit. Konsentrasi nitrogen optimum diperoleh pada konsentrasi nitrogen 1.5% pada hari ke 20 dengan rasio C/N sebesar 14.92.

Ahmad dan Andrio (2017 dan 2018) telah menguji bioreaktor windrow aerobik pada skala laboratorium. Hasil riset menunjukkan bahwa bioreaktor windrow aerobik mampu mencegah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah padat, juga dapat menghasilkan *biofertilizer* yang dapat digunakan sebagai pupuk organik yang bermanfaat sebagai pengganti pupuk anorganik. Riset yang akan diusulkan ini merupakan *Scale-up* teknologi bioreaktor windrow aerobik dari skala laboratorium menjadi skala *pilot plant* sebagai wujud untuk memperkuat Sistem Inovasi Nasional (SINas) dan Sistem Inovasi Daerah (SIDa).

Riset yang akan dilakukan selama 3 (tiga) tahun yakni **pada tahun 2020, 2021 dan 2022**. Riset yang dilakukan pada **Tahun Pertama** yakni tahun **2020** diarahkan untuk **scale-up teknologi bioreaktor windrow aerob skala laboratorium menjadi skala produksi dengan cara jajaran 5 windrow secara kontinu dengan TKT 7**. Variabel yang dilakukan adalah penambahan starter sebesar 10 %; 20 % dan 30 %, Selanjutnya **pada tahun kedua (2021)** merupakan kelanjutan dari riset tahun 2020 yang diarahkan untuk peningkatan produksi material maju berupa *biofertilizer* dengan cara substitusi POME sebesar 10 %; 20 % dan 30 %, sedangkan **tahun ketiga (2022) diarahkan untuk rancangbangun** alat pemisahan produk material maju dilakukan dengan mengoptimalkan saringan getar. *Biofertilizer* yang dihasilkan akan diujicobakan pada lahan perkebunan sawit. Bioreaktor windrow aerobik yang digunakan mempunyai panjang 5 m, lebar 2 m, ketinggian 1,5 m dengan kapasitas total 15 m³ sebanyak 5 jajaran sehingga mampu menghasilkan *biofertilizer* sebesar 75 m³. Bioreaktor windrow aerobik tersebut akan

diujicobakan di lahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Pengoperasian bioreaktor secara kontinu dengan waktu proses 20-30 hari dengan pengujian kualitas sesuai dengan standar SNI pupuk organik. Rancangbangun sistem yang ditawarkan ditampilkan pada Gambar berikut:



Gambar 1. Rancangbangun Bioreaktor Windrow Aerobik Skala Pilot Plant

B. PERUMUSAN PERMASALAHAN (*PROBLEM STATEMENT*)

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut di atas menunjukkan bahwa betapa beratnya beban yang ditanggung oleh lingkungan akibat pencemaran oleh limbah biomassa pabrik kelapa sawit. Oleh karena itu, limbah biomassa pabrik kelapa sawit ini perlu penanganan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan (Ahmad dkk, 2009).

Penanganan limbah biomassa pabrik kelapa sawit di Indonesia sebagian besar menggunakan insinerator atau pemanfaatan sebagai bahan bakar boiler kemudian sisanya dibuang ke lingkungan. Sistem ini mampu menyisihkan kandungan padatan, namun menghasilkan gas yang berpotensi menghasilkan gas rumah kaca dan dapat mencemari lingkungan hidup. Sementara itu, pengomposan secara alami membutuhkan waktu yang lama yakni 6 bulan sehingga membutuhkan lahan instalasi yang sangat luas. Ahmad dkk. (2002) berupaya mempersingkat waktu pengolahan dengan menggunakan metoda *windrow* pada proses pengolahan limbah lumpur minyak dengan waktu 3 bulan. Ahmad dkk. (2004) berusaha untuk memperbaiki kinerja proses pengomposan dalam mengolah limbah biomassa dengan menggunakan metoda *windrow*. Sistem ini mampu menghasilkan kompos dengan kualitas yang relatif baik dengan waktu pengolahan selama 50 hari.

Ahmad (2011) telah berhasil memanfaatkan tandan kosong dan serat sawit untuk dikonversi menjadi *biofertilizer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi mikroorganisme yang optimum untuk biodegradasi tandan kosong sawit diperoleh sebesar 60 %,

sedangkan konsentrasi mikroorganisme yang optimum untuk biodegradasi serat sawit diperoleh sebesar 30 %.

Ahmad dkk (2012) telah diperoleh kandungan nutrisi (C, N, P) optimal pada proses pengomposan tandan kosong dengan metoda *windrow* aerob menjadi *biofertilizer* pada skala lab. Konsentrasi nitrogen optimum diperoleh pada konsentrasi nitrogen 1,5 % dan konsentrasi fosfor optimum diperoleh pada konsentrasi fosfor 0.20 %. Pada proses pengomposan serat sawit dengan metoda *windrow* aerob menjadi *biofertilizer* pada skala lab dengan konsentrasi nitrogen optimum diperoleh pada konsentrasi nitrogen 1,5 %.

Ahmad dan Andrio (2017 dan 2018) telah menguji bioreaktor *windrow* aerobik pada skala *pilot plant*. Hasil riset menunjukkan bahwa bioreaktor *windrow* aerobik mampu mencegah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah padat, juga dapat menghasilkan *biofertilizer* yang dapat digunakan sebagai pupuk organik yang bermanfaat sebagai pengganti pupuk anorganik. Hasil penelitian tersebut di atas merupakan dasar untuk merancang proses pengomposan skala *pilot plant* sebagai tahap untuk melakukan *scale-up* dan mendapatkan prototipe BIOREAKTOR WINDROW AEROBIK SKALA PILOT PLANT.

Atas dasar ini perlu diupayakan pengembangan mikroorganisme tersebut dengan mengoptimalkan konsentrasi nutrisi untuk biokonversi tandan kosong dan serat sawit menjadi *biofertilizer* dengan tahapan proses sebagai berikut: proses pembibitan, aklimatisasi, *start-up* dan operasional sistem, agar kehilangan biomassa dapat dihindari, kualitas *biofertilizer* dapat diperbaiki dan waktu pengolahan menjadi singkat. Penelitian ini menggunakan metoda *windrow* skala *pilot plant* berkapasitas 15 m³ dengan perincian lebar 2 m, tinggi 1,5 m dan panjang 5 m yang dilengkapi dengan bak penampung limpahan *leacheat* dari bioreaktor. Proses pengomposan dilakukan dengan 5 jajaran. Limbah biomassa yang akan diujicobakan adalah tandan kosong sawit dan serat sawit yang berasal dari Pabrik Kelapa Sawit PTPN V Sei Pagar Kabupaten Kampar Propinsi Riau. Variabel yang ditinjau antara lain dengan penambahan starter dan penambahan limbah cair pabrik kelapa sawit (POME) sebagai ko-substrat. Penelitian ini melibatkan 4 (empat) orang mahasiswa program sarjana Teknik Kimia.

C. MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah

1. Penerapan teknik pengomposan limbah biomassa pabrik kelapa sawit menjadi material maju berupa *biofertilizer* dengan mikroorganisme aerob pada skala *pilot plant*.

2. Uji kinerja teknik pengomposan dengan metoda *windrow* dalam satu sistem terpadu dengan tingkat kualitas kompos sesuai standar nasional indonesia (SNI).
3. Membuat prototipe sistem pengomposan secara aerob menggunakan metoda *windrow* dengan **kapasitas skala *pilot plant* dengan TKT 7** yang mampu mengolah limbah biomassa pabrik kelapa sawit dalam rangka menurunkan beban pencemar lingkungan dan **menghasilkan pupuk organik** di Indonesia.
4. Membentuk jejaring kerja antara industri perkebun dan industry minyak kelapa sawit dengan lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat Universitas Riau dengan memanfaatkan teknologi konversi limbah biomassa dan produk material maju berupa *biofertilizer*.
5. Pengembangan bahan pupuk organik untuk membentuk *industrial cluster* disekitar pabrik kelapa sawit dengan perkebunan.

Target penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi tunak konversi limbah biomassa kebun dan pabrik kelapa sawit secara aerobik sehingga dapat dihasilkan **suatu prototipe bioreaktor windrow aerobik dengan TKT 7** yang kompak dan mampu bekerja secara kontinu dalam mengkonversi limbah biomassa pabrik kelapa sawit menjadi material maju berupa *biofertilizer* pada skala *pilot plant* dengan tingkat efisiensi yang tinggi sehingga menghasilkan bahan pupuk organik sesuai SNI.

D. LUARAN/MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini akan menghasilkan **luaran** berupa:

- (1) Teknologi tepat guna yang berkenaan dengan industrialisasi limbah biomassa dalam bidang pengembangan perkebunan kelapa sawit
- (2) Prototipe Produk Hasil Inovasi **P2**: Prototipe yang telah memenuhi konsep sebagai **produk dan teknologi dengan TKT 7**.
- (3) Draft Buku ajar dengan judul **bioremediasi biomassa nonpati**.
- (4) Publikasi berupa draft artikel ilmiah yang diterbitkan dalam jurnal.
- (5) Terjalannya hubungan kerja sama antara Universitas Riau dengan Pabrik Kelapa Sawit di Propinsi Riau.
- (6) Terjadinya pengembangan *technology roadmap* yang relevan dengan perkembangan pupuk organik dari limbah biomassa pabrik kelapa sawit.

- (7) Terbangunnya *techno-industrial cluster*, yaitu jaringan kemitraan antara industri minyak kelapa sawit, lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat Universitas Riau dengan usaha kecil dan menengah dalam **memanfaatkan bahan pupuk organik dengan kualitas yang unggul yang dapat digunakan untuk pupuk perkebunan kelapa sawit.**
- (8) Dihasilkan **Skripsi dengan empat Sarjana Teknik Kimia.**

E. TINJAUAN PUSTAKA

1. Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit

Limbah biomassa Pabrik Kelapa Sawit berasal dari dua sumber yaitu stasiun pemipilan (*threshing/stripping*) dan stasiun pengolahan inti. Limbah biomassa yang dihasilkan dari stasiun pemipilan terdiri dari tandan kosong sawit (TKS), cangkang dan serat (fiber), sedangkan cangkang kasar berasal dari proses pemisahan inti sawit (kernel) dengan menggunakan *clay bath/ hydrocyclone* pada stasiun pengutipan inti sawit.

Di samping itu, menurut Fithri (2009) bahwa fraksi limbah biomassa dari beberapa pabrik kelapa sawit beraneka ragam yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fraksi Limbah Biomassa PKS

No	Nama Pabrik	Limbah Padat					
		TKS (%)		Cangkang(%)		Fiber(%)	
		A	N*	A	N*	A	N*
1	PT. RKSS	21,91	22	6,11	6	14,32	14
2	PT. Sewangi Sawit sejahtera	22,98	22	8,09	8	11,99	12
3	PT. Tasma puja	22,23	23	5,59	5	14,22	17
4	PT. Ciliandra	21,94	22	7,88	7	13,80	13
5	PTPN V Terantam	22,15	22	7	7	13,34	14

% = Berat tiap fraksi (TKS, cangkang, dan fiber)/ berat TBS x 100%

A : aktual

N : Norma (neraca massa tahunan perusahaan laporan bulanan)

Tabel 1 tersebut di atas menunjukkan bahwa fraksi TKS berkisar pada rentang 22 %-23 %, sedangkan fraksi cangkang berada pada kisaran 6 %-8 % dan serat (fiber) berkisar pada rentang 12 %-14 %.

Limbah biomassa pabrik kelapa sawit berkisar 20 – 30 % merupakan fraksi tandan kosong sawit (TKS) yang berasal dari stasiun pemipilan buah (*threshing*). Jumlah tersebut setara dengan jumlah CPO yang dihasilkan tiap ton TBS. Dengan demikian, fraksi TKS tersebut cukup

melimpah dan akan meningkat jika tidak dimanfaatkan atau ditangani, sehingga akan menjadi sumber pencemar yang cukup potensial. TKS merupakan limbah organik yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Kandungan kimiawi yang terdapat pada TKS ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Komposisi Kimia Tandan Kosong Sawit
(Darnoko dan Mangunwidjaya, 1990)**

Komponen	Dasar kering (%)
Selulosa	45.95
Hemiselulosa	22.84
Lignin	16.49
Abu	1.23
Minyak*	2.41
Nitrogen (N)*	5.4
Posfat(P)*	0.4
Kalium(K)*	35.3
Magnesium (Mg)*	2.7
Kalsium (Ca)*	2.3

2. Pengelolaan Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit

Pengelolaan limbah biomassa dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu: meminimalisasi kuantitas, memanfaatkan (daur ulang) dan mengolah limbah biomassa. Pengelolaan limbah biomassa yang umum dilakukan adalah: penimbunan (*landfill*), pembakaran (insinerasi) dan pengomposan. Pengolahan limbah biomassa yang dilakukan sekarang ini hanya berorientasi kepada pengurangan volume dan tingkat keamanan apabila dibuang ke lingkungan. Penanganan limbah biomassa tersebut antara lain pembakaran dan sebagai penutup lahan pertanian (mulsa). TKS yang dibakar di ruang insinerator menghasilkan abu yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pupuk kalium. Namun demikian, cara ini menyebabkan polusi udara yang diakibatkan oleh pembakaran yang tidak sempurna terhadap TKS karena TKS mengandung kadar air (*moisture content*) yang cukup tinggi sekitar 65% sedangkan, penggunaan TKS sebagai media penutupan areal lahan perkebunan akan menyebabkan berkembang-biaknya hama kumbang yang merusak tanaman kelapa sawit. Sementara itu, serat (*fiber*) dan cangkang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam proses produksi dan bahan penimbun serta penghasil absorber (arang aktif).

3. Pemanfaatan Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit

Limbah biomassa PKS terdiri dari tandan kosong sawit (TKS), cangkang dan serat (*fiber*). Secara umum pemanfaatan limbah biomassa PKS dibagi menjadi beberapa golongan

sesuai dengan fraksi limbah biomassa tersebut. Fraksi pertama adalah tandan kosong sawit (TKS), digunakan sebagai bahan pembenah tanah pertanian/perkebunan. Pemanfaatan TKS sebagai bahan pembenah tanah menggunakan berbagai cara sebagai berikut :

1. Pengomposan

Limbah biomassa TKS terdiri dari serat yang tersusun dari limbah organik yang dapat terurai secara alami. TKS mengandung unsur dan senyawa MgO, C, K, N, P₂O₅ serta unsur mikro seperti B, Cu dan Zn yang sangat dibutuhkan oleh tanah. Schucard dkk (2000) telah memanfaatkan tandan kosong sawit sebagai kompos.

2. Mulsa (*Mulching*)

Kandungan nutrien yang ada di dalam TKS sangat dibutuhkan oleh tanah untuk memulihkan unsur hara yang dikandungnya. Penguraian bahan organik yang dikandung oleh TKS dapat dilakukan secara langsung tanpa perlakuan terhadap TKS dan dengan perlakuan terhadap TKS. Perlakuan terhadap TKS dengan cara proses penguraian (pelapukan) oleh mikroorganisme yang dikenal dengan nama sistem pengomposan, sedangkan TKS tanpa perlakuan hanya dengan jalan menebarkan ditanah dengan proses *mulcing*. Darmosarkoto dan Hutomo (2000) telah memanfaatkan TKS sebagai mulsa penutup permukaan lahan kebun. Aplikasi TKS sebagai mulsa dapat memperbaiki sifat fisik tanah yang mempunyai dampak positif yaitu meningkatnya produksi buah kelapa sawit hingga mencapai 23% jika dibandingkan dengan hanya menggunakan pupuk anorganik saja.

Fraksi kedua yaitu serat (*fiber*) dan cangkang sisa dari pengempaan. Menurut Bailey dan Hui (2000) bahwa serat (*fiber*) dan cangkang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam proses produksi. Fraksi serat (*fiber*) dan cangkang sangat mudah dijadikan sebagai bahan bakar tanpa mengalami perlakuan khusus sebelum dibakar. Di samping itu, serat (*fiber*) dan cangkang memiliki nilai kalori panas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan TKS. Serat (*fiber*) dan cangkang memiliki kandungan air yang relatif lebih rendah jika dibandingkan TKS. Kandungan air yang lebih kecil (<50%) akan mempermudah proses pembakaran pada tungku boiler. Nilai kadar air dan kalor antara TKS, serat (*fiber*) dengan cangkang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Heat Value Fraksi Limbah Biomassa

Fraksi Limbah Padat	Moisture (%)	Heat Value (Kcal/Kg)
TKS	65	3700
Fiber	45	4420
Cangkang	7	4950

Penggunaan serat (*fiber*) dan cangkang sebagai bahan bakar untuk memanaskan air dalam ketel boiler dapat menghasilkan uap. Uap yang diperoleh akan digunakan untuk menggerakkan turbin sebagai penghasil tenaga listrik, proses perebusan TBS (sterilisasi) dan proses pengolahan lainnya. Uap yang dihasilkan memiliki suhu 207°C , dengan nilai entalpi masuk dan keluar adalah 2790 kkal dan 2525 kkal (*steam table*) dengan $\Delta H = 265$ kkal. Menurut Naibaho (1998) bahwa 24,79 kg uap mampu menghasilkan 1 KW tenaga listrik.

4. Proses Biodegradasi Limbah Biomassa Pabrik Kelapa Sawit

Proses penguraian limbah organik dikenal dengan proses biodegradasi. Proses biodegradasi dapat terjadi secara alamiah dan proses penguraian yang dikondisikan dengan menggunakan mikroorganisme (bakteri dan fungi). Proses biodegradasi secara alamiah membutuhkan waktu yang cukup lama bahkan mencapai ratusan tahun, sedangkan proses penguraian yang telah dikondisikan dengan mikroorganisme berlangsung dalam jangka waktu yang relatif lebih cepat. Murbandono (2000) dan Susanto (1998) melaporkan, bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap laju biodegradasi yaitu :

1. Kandungan lignin, lilin (*wax*), dammar dan senyawa sejenis dalam bahan baku. Jika bahan baku makin banyak mengandung zat-zat tersebut, akan cepat mengurai dan makin banyak bagian yang menjadi kompos.
2. Sifat dan ukuran. Jika bahan baku makin halus dan makin kecil maka penguraian akan makin cepat dan makin banyak kompos yang diperoleh. Dengan makin kecilnya ukuran bahan baku maka permukaan bahan yang bersentuhan dengan bio-aktivator akan makin besar. Akan tetapi ukuran bahan baku yang terlalu kecil membuat timbunan limbah menjadi cukup padat sehingga ruang udara menjadi kurang yang menyebabkan proses pelapukan menjadi terhambat.
3. Kandungan nitrogen bahan baku. Makin banyak kandungan nitrogen bahan baku makin cepat penguraian terjadi. Hal ini disebabkan jasad-jasad renik sebagai bio-aktivator memerlukan nitrogen untuk perkembangannya.
4. Kadar pH pada timbunan kompos. Makin tinggi pH pada timbunan makin cepat penguraian terjadi. Untuk memperoleh pH yang tinggi perlu ditambahkan abu dapur atau kapur
5. Air dan udara. Apabila kekurangan air, timbunan bahan baku akan mudah bercendawan. Hal ini akan sangat merugikan karena penguraian bahan baku akan menjadi lambat dan kurang sempurna. Namun jika kandungan airnya berlebih keadaan akan menjadi anaerob dan tidak menguntungkan bagi jasad renik.

6. Variasi bahan

7. Suhu. Timbunan akan cepat mengurai apabila suhunya tepat. Suhu ideal untuk pengomposan adalah 30-45°C

Hasil biodegradasi terdiri dari bahan organik sederhana dapat mengambil alih fungsi pupuk dalam memperkaya unsur hara tanah, bahkan pupuk yang berasal dari limbah organik (pupuk organik) mempunyai keunggulan jika dibandingkan dengan pupuk buatan (pupuk anorganik atau pupuk artifisial). Beberapa penelitian, menyimpulkan bahwa pemberian pupuk anorganik (mengandung Nitrogen) yang berlebihan akan menyebabkan struktur tanah menjadi keras, sedangkan pemberian pupuk organik malah mendatangkan efek sebaliknya. Di samping itu, pupuk kompos dapat melepaskan asam-asam organik (asam *humic* dan asam *fulvic*) yang dapat menetralkan unsur racun dalam tanah dan merangsang pertumbuhan tanaman. Hal ini tidak bisa dilakukan oleh pupuk sintesis atau pupuk artifisial.

Proses pelapukan Tandan Kosong Sawit (TKS) berlangsung dalam waktu yang relatif cepat, sebagai mana yang dilaporkan oleh Goenadi dkk (1994). Goenadi dkk (1994) mengukur laju dekomposisi TKS dengan menggunakan bioaktivator *Cytospora sp* dan *Trichoderma sp*. Dari penelitian ini diperoleh bahwa laju pelapukan TKS dengan menggunakan *Cytospora sp* sebesar 2,1 sampai 8,2 dm³/ hari, dan 2,5 sampai 42 dm³/hari. Peneliti lain, Willyanto (1999) menggunakan bioaktivator isolat pelapuk lignin atau isolat FPL menunjukkan bahwa laju pelapukan relatif cepat. Proses pelapukan yang relatif cepat dikarenakan TKS merupakan biomassa mengandung serat pendek sebagaimana yang dilaporkan Guritno dkk (1994). Faktor lain yang mendukung cepatnya laju pelapukan TKS adalah tingginya kadar lignin yang dikandung.

Suchard dkk (2000) melakukan studi pembuatan kompos dengan menggunakan TKS sebagai bahan baku dan limbah cair sebagai bahan penolong dalam proses *composting*. Hasil studi Suchard dkk (2000) menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam kompos seperti N, P, K, Ca dan Mg meningkat cukup signifikan jika dibandingkan dengan kompos yang dihasilkan tanpa menggunakan limbah cair. Di samping itu, penambahan limbah cair pada proses pengomposan bertujuan untuk menjaga kadar air dan kelembaban bahan baku kompos sehingga proses penguraian berlangsung secara maksimal.

Proses pengomposan ini menggunakan mikroorganisme dengan bantuan enzim sebagai katalis untuk mendegradasi senyawa organik menjadi senyawa yang tidak berbahaya (Cookson,1995). Dibandingkan dengan cara lain, maka pengomposan memiliki keuntungan, antara lain:

1. Merupakan teknologi hijau karena tidak menghasilkan limbah sebagai hasil akhir proses yang dapat menambah kerusakan lingkungan
2. Resiko kerusakan ditempat pengolahan kecil
3. Pengawasan dan pemeliharaannya sangat sederhana
4. Menggunakan energi yang sangat kecil
5. Lebih ekonomis dibandingkan dengan biaya pengolahan lainnya

Pengomposan limbah biomassa dapat dilakukan baik secara alami (*natural composting*) maupun secara mekanik (*mechanical composting*). Pengomposan secara alami membutuhkan waktu yang relatif lama (\pm 3 bulan), namun dapat dipersingkat dengan perlakuan mekanis terhadap limbah biomassa. Hasil pengomposan bermanfaat antara lain:

1. Memperbaiki struktur tanah, memberikan masukan udara, dan perembesan air yang lebih baik.
2. Sebagai stimulan pertumbuhan tanaman yang lebih sehat, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit dan toleransi terhadap kekeringan
3. Peningkatan struktur tanah sehingga lebih absorbsif
4. Peningkatan kimiawi tanah sehingga basa atau asamnya berkurang, meningkatkan ketersediaan *micro nutrient*
5. Menghemat penggunaan air (*holding capacity*)
6. Peningkatan penetrasi dan retensi air (tanah liat). Pengurangan aliran limpasan
7. Pengurangan bahan-bahan yang sebelumnya dibuang begitu saja ke *landfill*
8. Menghemat pemakaian pupuk buatan

Proses pengomposan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor (Cookson. 1995). Faktor-faktor penting tersebut adalah :

a). Kandungan air

Air dibutuhkan oleh semua makhluk hidup, air dapat membawa nutrisi penting yang tersedia untuk mikroorganisme pengurai. Kandungan air yang rendah dapat menghambat kinerja mikroorganisme. Kandungan air diukur sebagai kelembaban (*moisture content*). Kandungan air yang baik untuk proses pengomposan adalah 40-60 %.

b). Temperatur

Pengomposan akan berjalan dengan baik bila temperaturnya sesuai dengan temperatur optimum pertumbuhan bakteri pengurai. Pada pengomposan ini temperatur dijaga antara 35-60°C.

c). Keasaman (pH)

Mikroba perombak limbah padat umumnya menghendaki pH antara 6-8,5.

d). Rongga Udara

Yang dimaksud rongga udara ialah adanya udara di sela-sela tumpukan media. Rongga udara ini perlu ada dalam proses pengomposan. Pembalikan tumpukan sampah merupakan cara untuk menjaga kondisi ini. Rongga udara yang optimal adalah 35%.

e). Ukuran Bahan Kompos

Jika ukuran bahan besar, aktivitas mikroorganisme pengurai sulit untuk menembus bagian dalam bahan dan hanya akan berada pada permukaan bahan saja, sedangkan pada ukuran bahan yang lebih kecil mikroorganisme pengurai akan menembus bagian dalam bahan sehingga proses penguraian akan berlangsung lebih cepat. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengecilan ukuran bahan (*size reduction*) secara manual. Ukuran bahan kompos optimal adalah < 10 cm.

f). Penambahan Nutrisi bagi Mikroorganisme

Bahan makanan sumber nutrisi bagi mikroorganisme yang sangat diperlukan untuk pertumbuhannya. Untuk itu pada proses pengomposan ini ditambahkan nutrisi berupa Nitrogen, Phospor dan Kalium.

g). Jumlah Mikroorganisme

Pengomposan akan berjalan lama apabila jumlah mikroba pada mulanya sedikit. Hal ini berhubungan erat dengan waktu adaptasi mikroorganisme tersebut. Semakin banyak jumlah bakteri pada awal suatu proses maka fase adaptasinya semakin singkat. Oleh karena itu pada proses pengomposan ini ditambahkan bakteri *starter* (bibit). Dengan penambahan ini juga dapat menjaga kadar air dan C/N rasio.

5. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu, Ahmad (2011) telah berhasil memanfaatkan tandan kosong dan serat sawit untuk dikonversi menjadi *biofertilizer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tandan kosong dan serat sawit dapat dikonversi menjadi *biofertilizer* dengan memanfaatkan mikroorganisme campuran yang diisolat dari alam. Konsentrasi mikroorganisme yang optimum untuk biodegradasi tandan kosong sawit diperoleh sebesar 60 % selama 50 hari, sedangkan

konsentrasi mikroorganisme yang optimum untuk biodegradasi serat sawit diperoleh sebesar 30 % selama 60 hari.

Melihat hasil penelitian sampai saat ini ternyata waktu pengomposan cukup lama sehingga dinilai tidak kompetitif. Namun demikian, hal mendasar yang menyebabkan proses pengomposan tidak kompetitif terletak pada upaya mempertahankan konsentrasi sel tetap tinggi dalam sistem. Kelemahan ini dapat diatasi dengan cara memberikan konsentrasi nutrisi yang optimal pada saat proses pengomposan serta menresirkulasi (*recycle*) *leachate* ke dalam sistem pengomposan.

Pada penelitian lanjutan yang dilakukan pada program penelitian Guru Besar Universitas Riau **tahun 2012** menunjukkan bahwa metoda windrow aerob mampu mengolah dan mengubah limbah biomassa pabrik kelapa sawit (tandan kosong dan serat sawit) menjadi *biofertilizer* dalam waktu yang singkat. Penelitian tersebut dibiayai oleh dana PNPB dalam Program penelitian Guru Besar UR pada tahun 2012 telah menghasilkan 5 (lima) sarjana Teknik Kimia. Penelitian tersebut dikelompokkan dalam dua perlakuan yakni pengomposan tandan kosong sawit (TKS) dan pengomposan serat sawit. Pada penelitian pengomposan TKS diperoleh hasil penelitian sebagai berikut: Ahmad dkk., (2012a) menyimpulkan bahwa selama proses pengomposan TKS, kadar karbon semakin menurun, kadar nitrogen mengalami fluktuasi, dan rasio C/N cenderung mengalami penurunan. Semakin besar konsentrasi *starter* semakin cepat proses penguraian bahan organik dan semakin cepat tercapainya rasio C/N optimum. Konsentrasi *starter* optimum adalah 60 % yang diperoleh pada hari ke-40 dengan kadar karbon 34,13 %, kadar nitrogen 1,73 %, dan rasio C/N sebesar 19,69.

Sementara itu, hasil penelitian Ahmad dkk. (2012b) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi nitrogen dapat mempercepat proses pengomposan TKS. Konsentrasi nitrogen optimum diperoleh pada konsentrasi nitrogen 1,5 % pada hari ke 20, dengan rasio C/N 18,15. Selanjutnya, penelitian Ahmad dkk. (2012c) menunjukkan bahwa penambahan fosfor tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap temperatur, pH dan kadar nitrogen selama proses pengomposan TKS. Semakin besar kadar fosfor (P) maka semakin mempercepat penurunan rasio C/N selama proses pengomposan. Konsentrasi fosfor optimum diperoleh pada penambahan konsentrasi fosfor 0.20 % dengan nilai rasio C/N 19.64 dan waktu pengomposan selama 20 hari.

Selanjutnya pada pengomposan serat sawit, Ahmad dkk. (2012d) mendapatkan konsentrasi starter optimum pada hari ke-60 sebesar 30 % , temperatur berkisar antara 30-32 °C dalam kondisi mesofilik dan pH mendekati pH netral. Menurut Ahmad dkk., (2012e) bahwa

penambahan konsentrasi nitrogen dapat mempercepat proses pengomposan serat sawit. Konsentrasi nitrogen optimum diperoleh pada konsentrasi nitrogen 1.5 % pada hari ke 20 dengan rasio C/N sebesar 14.92.

6. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ditampilkan pada Tabel 4 berikut,

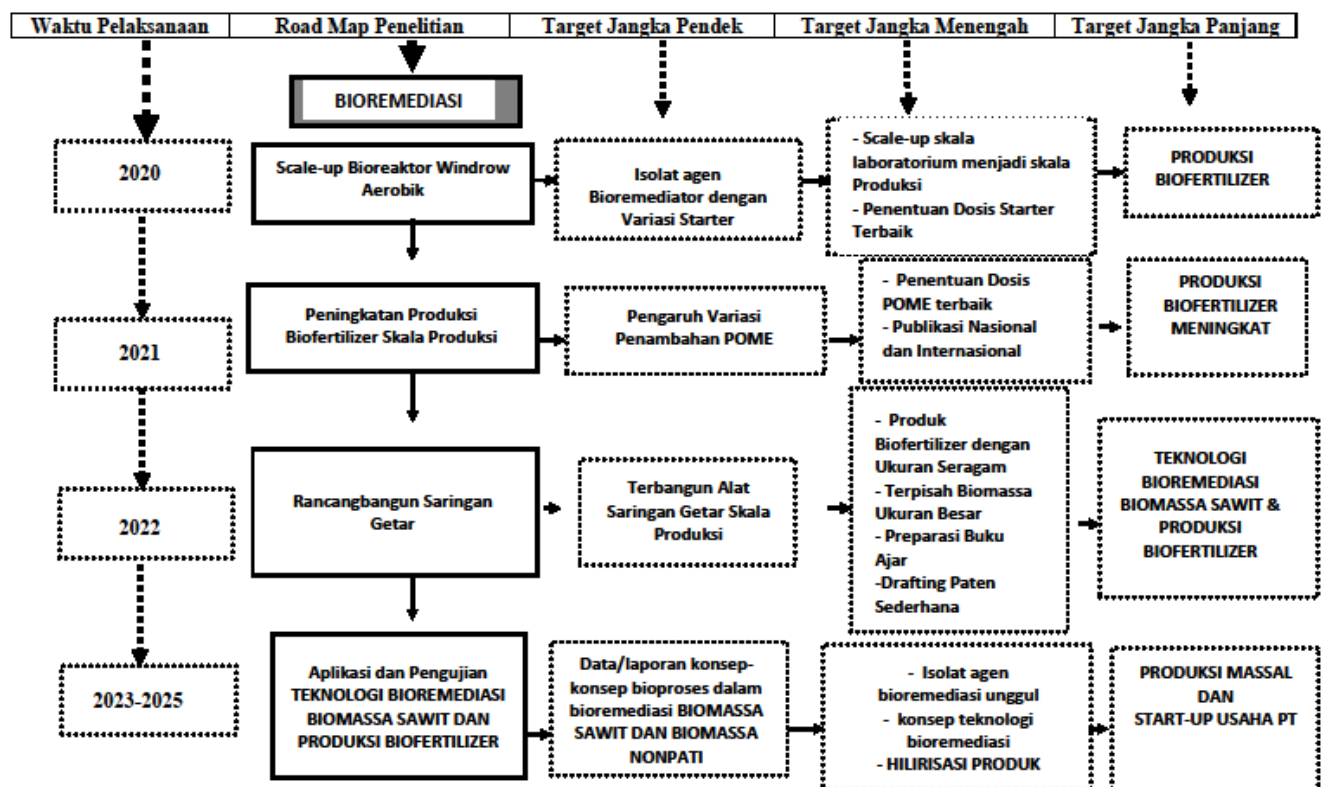
Tabel 4. Kerangka penelitian yang akan dilaksanakan sebagai berikut:

No	URAIAN	TAHAP KEMAJUAN PELAKSANAAN		
		Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022
1.	Masalah Riset	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rancangbangun dan Scale-up Bioreaktor Windrow Aerobik Kapasitas 15 m³ 2. Tahapan Proses: <ol style="list-style-type: none"> a. Pembibitan dan Aklimatisasi b. Penambahan Starter 10 %, 20 %, 30 % c. Start-up Bioreaktor c. Operasi Bioreaktor Windrow Aerobik pada waktu proses 20-30 hari <p>Kondisi Proses: pH, Suhu, Kelembaban, N, P, K</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengoperasian Teknologi Bioreaktor Windrow Aerobik Skala Komersial 15 m³: 2. Pengujian Teknologi Bioreaktor Windrow Aerobik Skala Komersial:: <ol style="list-style-type: none"> a. Pengendalian dosis POME rasio optimum 10 %, 20 %, 30 % b. Produksi <i>Biofertilizer</i> c. Pengujian <i>Biofertilizer</i> di Perkebunan Kelapa Sawit <p>Kondisi Proses: pH, Suhu, Kelembaban, N, P, K</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rancangbangun Saringan Getar
2.	Model dan Variabel Riset	<ol style="list-style-type: none"> 1. Model Eksperimental murni 2. Variabel parameter operasi antara lain Penambahan starter terhadap Tandan kosong dan Serat buah Sawit 3. Kualitas <i>biofertilizer</i> dengan rasio C/N sesuai SNI 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Model Eksperimental murni 2. Variabel parameter operasi antara lain penambahan POME yang optimum 3. Kualitas <i>biofertilizer</i> dengan rasio C/N sesuai SNI 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Model Eksperimental murni 2. Variabel parameter operasi antara lain Diameter Saringan 3. Kualitas <i>biofertilizer</i> dengan ukuran tertentu
3.	Teknik Pengumpulan Data	Sampling sekali waktu, duplo	Sampling sekali waktu, duplo	Sampling sekali waktu, duplo
4.	Teknik Pengolahan Data	Tabel dan Grafik	Tabel dan Grafik	Tabel dan Grafik

5.	Hasil Analisis dan Interpretasi Data	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kemampuan Starter 2. Kuantitas <i>biofertilizer</i> 3. Kualitas <i>biofertilizer</i> (N, P, K) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dosis POME 2. Laju produksi <i>biofertilizer</i> 2. Kualitas <i>biofertilizer</i> dan pemanfaatannya 3. Kuantitas <i>biofertilizer</i> dan pemanfaatan sebagai pupuk organik pengganti pupuk anaorganik 4. Teknoekonomi Analisis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kualitas Ukuran <i>biofertilizer</i> 2. Saringan Getar dengan Ukuran Tertentu
6.	Generalisasi dan Rekomendasi	Diperoleh Teknologi Bioreaktor Windrow Aerobik dengan Starter Optimal	Diperoleh Teknologi Bioreaktor Windrow Aerobik Skala Pilot Palnt dengan TKT 7.	Diperoleh Teknologi Saringan Getar Skala Pilot Palnt dengan TKT 7.

7. Roadmap Penelitian

Roadmap penelitian ditampilkan pada Gambar 2,



Gambar 2 Roadmap Penelitian

F. METODE PENELITIAN

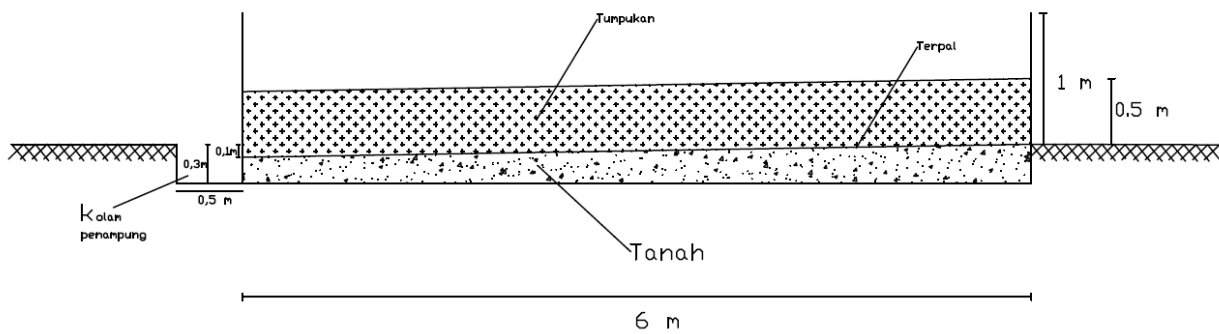
1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian konversi limbah biomassa pabrik kelapa sawit secara aerob dilakukan di laboratorium Teknologi Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau. Limbah biomassa yang digunakan adalah tandan kosong dan serat sawit yang berasal dari Pabrik Kelapa Sawit Sei Pagar PTPN V. Secara umum, tahapan pengerjaan dari limbah biomassa menjadi *biofertilizer* meliputi: pengumpulan seluruh limbah biomassa, penyortiran, proses pengecilan ukuran, pengumpulan dan pemadatan hingga porositas tertentu, pemberian bakteri starter, proses pengomposan (degradasi mikrobial), pemisahan limbah biomassa yang belum sempurna biodegradasinya, serta penyimpanan produk. Waktu penelitian selama 9 bulan mulai Bulan Maret 2020 sampai Nopember 2020

2. Bioreaktor Windrow Aerobik

Bioreaktor yang digunakan terdiri dari dua ruang. Ruang pertama digunakan sebagai lahan pengomposan (*composting*) dan ruang kedua digunakan sebagai tangki penampung *leachate*. Bioreaktor skala *pilot plant* di Pabrik Kelapa Sawit dirancang dengan *scale-up factor* 10.

Bakteri aerob pada tangki bibit dipancarkan ke media pengompos secara vertikal memaksa agar bakteri tersebut tersebar merata pada limbah biomassa pabrik kelapa sawit sesuai dengan bentuk pola aliran yang dibentuk. Kemudian dilakukan pengadukan secara mekanik agar kontak antara bakteri aerob dengan limbah biomassa yang akan dikonversi seragam diseluruh media. Peningkatan pertumbuhan bakteri aerob pada bioreaktor *windrow* ditambahkan unsur nitrogen dan posfor dengan dosis yang telah ditentukan. Pengadukan media dan resirkulasi *leachate* dilakukan setiap hari pada selang waktu 6 jam agar proses biokonversi limbah biomassa pabrik kelapa sawit berlangsung sempurna. Prototipe bioreaktor windrow aerobik ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Prototipe Bioreaktor Windrow Aerobik

3. Tahapan Penelitian

Dalam rangka pencapaian tujuan penelitian selama 3 tahun, maka secara umum penelitian ini akan dibagi dalam beberapa tahap, yaitu: tahap pembibitan, tahap aklimatisasi biomassa aerob, tahap *start-up* dan kondisi tunak proses pengomposan, tahap operasi dan tahap pengujian *prototype* dan pemisahan produk material maju berupa *biofertilizer*.

Tahap pembibitan bertujuan untuk mengembang-biakan bakteri aerob sesuai dengan kebutuhan lapangan. Tahap aklimatisasi bertujuan untuk mengembang-biakan bakteri aerob dengan limbah padat. Tahap *start-up* pengomposan secara aerob bertujuan untuk mengembang-biakan biomassa aerob dalam sistem pengomposan terpadu dan kondisi tunak proses pengomposan terpadu bertujuan untuk mendapatkan kondisi operasi biodegradasi proses pengomposan secara aerob.

Tahap operasi pengomposan bertujuan untuk mengkaji kondisi operasi dan kinerja pengomposan terpadu dalam konversi limbah biomassa pabrik kelapa sawit menjadi *biofertilizer*, sedangkan tahap pengujian Prototipe bertujuan untuk ujicoba proses pengomposan skala *pilot plant*. Tahap pemisahan produk bertujuan untuk mendapatkan ukuran produk yang seragam dan teratur.

Tahapan, sasaran, luaran, dan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut,

No	Tahapan	Sasaran	Luaran	Metodologi
1	Pembibitan bakteri aerob	Untuk mengembang-biakan bakteri aerob dengan substrat sukrosa	Mendapatkan <i>starter</i> bakteri aerob	Pembibitan bakteri aerob menyangkut pengembang-biakan bakteri aerob dengan penambahan secara bertahap sukrosa hingga volume yang diinginkan dengan kondisi lingkungan pH 6,8 – 7,4 dan suhu

				kamar.
2	Aklimatisasi Bakteri Aerob: Konsentrasi inokulum Pengaturan pH Pengaturan Suhu Pengaturan kelembaban Pengaturan nutrisi	Untuk mengembang-biakan mikroorganisme aerob dengan limbah biomassa didalam sistem pengomposan	Mendapatkan bakteri aerob sebagai basis kebutuhan starter pada start-up proses pengomposan dengan bioreaktor <i>windrow</i> serta aktivitas bakteri aerob.	Aklimatisasi bakteri aerob menyangkut pengembang-biakan bakteri aerob dengan metoda buang dan isi (fill and drawn) dengan kondisi lingkungan pH 6,8 – 7,4 dan suhu kamar.
3	<i>Start-up</i> Pengomposan: <i>Start-up</i> proses pengomposan terpadu dengan tandan kosong sawit dan <i>Start-up</i> proses pengomposan terpadu dengan serat sawit	Untuk mengembangkan -biakan bakteri aerob didalam sistem pengomposan terpadu	Mendapatkan kondisi tunak sebagai basis pengoperasian pengomposan terpadu	<i>Start-up</i> pengomposan terpadu menyangkut pengembang-biakan bakteri aerob dengan substrat limbah biomassa pabrik kelapa sawit dalam bioreaktor secara aerob dengan waktu pengolahan 30 hari dengan kondisi lingkungan pH 6,8 – 7,2 dan suhu kamar.
4	Dosis POME Pada Proses Aerob: Mengkaji pengaruh konsentrasi nitrogen terhadap kinerja proses konversi limbah biomassa PKS dan Mengkaji pengaruh konsentrasi posfor terhadap kinerja proses konversi limbah biomassa PKS	Mendapatkan Dosis Optimum pengomposan yang dapat digunakan untuk mempelajari kelakuan dinamika bioreaktor <i>windrow</i>	kondisi operasi sistem konversi terpadu sebagai basis operasi bioreaktor <i>windrow</i> aerob.	Kondisi operasi bioreaktor <i>windrow</i> aerob dengan konsentrasi Nitrogen 1,5 %, konsentrasi Posfor 0,2 % pada kondisi lingkungan pH 6,8 – 7,2 dan suhu kamar Penambahan Starter 10 %, 20 %, 30 % dan Pengendalian dosis POME 10 %, 20 %, 30 % Dosis POME yang optimum digunakan untuk penentuan waktu konversi dan laju resirkulasi (<i>recycle</i>).
5	Rancangbangun Saringan Getar	Alat Pemisahan Produk	Produk terpisah dengan ukuran beragam	Pembuatan dan pengoperasian alat saringan getar untuk pemisahan produk biofertilizet
6	Analisis Data, Pelaporan dan Publikasi	Tersusun Laporan Penelitian	Publikasi Makalah lingkup Internasional, paten, aplikasi teknologi serta buku ajar	Laporan akhir Penelitian memuat seluruh tahap kegiatan, hasil-hasil yang diperoleh, dan penerapan di Pabrik Kelapa Sawit.

Untuk dapat memberikan gambaran yang lebih rinci, pada bagian berikut akan diuraikan urutan tata kerja dan hasil/kemajuan yang diharapkan pada setiap tahap. Penelitian yang akan dilakukan mencakup:

- Pembibitan bakteri aerob yang menyangkut pengembang-biakan bakteri *starter*.
- Aklimatisasi bakteri aerob yang menyangkut pengembang-biakan bakteri aerob dengan substrat sukrosa pada kondisi lingkungan pH 6,8 hingga 7,2 dan suhu kamar.

- c. *Start-up* bioreaktor aerob yang menyangkut pengembang-biakan bakteri aerob dengan substrat limbah padat pabrik kelapa sawit dalam bioreaktor *windrow* aerob pengaturan kondisi lingkungan pH 6,8 hingga 7,2 dan suhu kamar selama 30 hari.
- d. Kondisi tunak (*steady state*) pada bioreaktor *windrow* aerob dengan kondisi lingkungan pH 6,8 – 7,2 dan suhu kamar dengan dosis optimum Nitrogen dan Posfor.
- e. Pengoperasian kinerja sistem bioreaktor *windrow* aerob dalam mengkonversi limbah padat pabrik kelapa sawit menjadi *biofertilizer* dengan perlakuan tanpa dan dengan variasi dosis POME. Konsentrasi Nitrogen yang diuji adalah 1,5 % sedangkan Posfor yang diuji adalah 0,2 %.
- f. Pengoperasian alat pemisah produk material maju yang kompak dan stabil

Dari hasil penelitian ini akan dapat ditentukan: (a) bakteri starter, (b) aktivitas bakteri aerob dalam bioreaktor, (c) kondisi tunak (*steady state*) sistem bioreaktor aerob. (d) Pengaruh penggabungan proses aerob dengan resirkulasi cairan, (e) populasi bakteri aerob dalam bioreaktor anaerob (f) kinerja sistem bioreaktor aerob dalam mengolah limbah biomassa pabrik kelapa sawit dan (g) kinerja alat pemisah produk material maju.

4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang diuraikan di bawah ini mencakup pembibitan dan aklimatisasi, bioreaktor, *start-up* bioreaktor, program penelitian dan metoda analisis.

a). Pembibitan Dan Aklimatisasi

Biomassa aerob yang digunakan berasal dari komunitas bakteri aerob yang diisolasi dari instalasi pengolah sampah organik. Bakteri aerob tersebut diambil sebanyak 5 L dan ditambahkan setiap hari sebanyak 500 ml larutan sukrosa selama 10 hari sehingga diperoleh volume bibit 10 L.

Bibit bakteri aerob sebanyak 10 L diaklimatisasi dengan cara membuang padatan bibit sebanyak 1 L dan menambahkan larutan sukrosa sebagai substrat sebanyak 1 L. Proses ini dilakukan selama 1 bulan untuk memastikan bahwa bibit telah teraklimatisasi dengan baik terhadap larutan sukrosa tersebut (Chen dkk., 1985).

b). Start-up Bioreaktor Windrow Aerob

Start-up dilakukan dengan memasukkan lumpur bibit ke tiap media limbah biomassa sejumlah 50 % volume media limbah biomassa tersebut. Kemudian dibiarkan selama 3 hari

untuk mengendapkan lumpur pada setiap media (Boopathy dan Sievers, 1991). Setelah itu, diumpankan limbah biomassa dengan pembebanan organik sebesar 10 % dari volume total media perhari dan ini dianggap sebagai awal proses *start-up* bioreaktor. Kondisi operasi *start-up* pada suhu kamar dan pH diatur pada pH 6,8-7,2. Teknik *start-up* yang dipilih adalah metoda *batch* dan dibantu dengan resirkulasi dari *leacheat*. Proses *start-up* berlangsung hingga tercapai keadaan tunak (*steady state*) dengan fluktuasi efisiensi penyisihan sukrosa sekitar 10 %.

c). Program penelitian

Variabel proses yang digunakan pada proses pengomposan adalah tanpa dan dengan pengendalian konsentrasi nitrogen sebesar 1,5 % dan konsentrasi posfor sebesar 0,2 %. Kondisi operasi bioreaktor anaerob pada pH $7,0 \pm 0,2$ dengan suhu kamar untuk proses pengomposan tandan kosong sawit, sedangkan pada pengomposan serat sawit dilakukan pada konsentrasi nitrogen sebesar 1,5 % dan konsentrasi posfor sebesar 0,2 %. Kondisi operasi bioreaktor anaerob pada pH $7,0 \pm 0,2$ dengan suhu kamar. Parameter yang diamati antara lain pH, suhu, kelembaban, konsentrasi karbon, konsentrasi nitrogen, konsentrasi posfor dan konsentrasi bakteri aerob sebagai VSS. Variasi yang dilakukan yakni penambahan dosis POME sebesar 10 %, 20 % dan 30 % dari kapasitas biodegradasi.

d). Metoda Analisa

Analisa pH, suhu, kelembaban, konsentrasi karbon, konsentrasi nitrogen, konsentrasi posfor dan konsentrasi biomassa aerob sebagai VSS sesuai dengan *standard methode* (APHA, AWWA, WCF, 1992).

G. JADWAL KEGIATAN

Waktu pelaksanaan program penelitian tahun 2020 ini adalah sebagai berikut:

NO	KEGIATAN/ PENANGGUNG JAWAB	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Persiapan Bahan Baku: - Perlakuan awal serat buah sawit - Perlakuan awal tandan buah kosong	◆								
2	Karakterisasi Limbah biomassa: - Tandan Kosong Sawit - Serat Buah Sawit	◆								

3	Kondisi Tunak Proses Bioreaktor Aerobik: 1. Pengaruh konsentrasi starter bakteri aerobik 2. Pengaruh dosis POME terhadap kualitas produk 3. Dosis POME optimum terhadap kuantitas produk 4. Pengaruh resirkulasi cairan lindi dan optimalisasi proses								
7	Analisis Data dan Pelaporan				◆	◆	◆	◆	◆
8	Publikasi				◆				◆

H. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A.** dan D. Andrio, 2018, Scale-up Biotransformasi Biomassa Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Biofertilizer dengan Bioreaktor Windrow Aerob Skala Pilot Plant: Pengaruh Variabel POME, Laporan Penelitian Guru Besar, Universitas Riau
- Ahmad, A.** dan D. Andrio, 2017, Scale-up Biotransformasi Biomassa Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Biofertilizer dengan Bioreaktor Windrow Aerob Skala Pilot Plant: Pengaruh Variabel POME, Laporan Penelitian Guru Besar, Universitas Riau
- Ahmad, A.,** Bahrudin, Chairul, Hafidawati, Debby, L. Legawati, dan A. Ardy, 2012a, Biodegradasi Tandan Kosong Sawit dengan Metode Windrow Aerob, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, UI
- Ahmad, A.,** Bahrudin, dan A. Ardy, 2012b, Pengaruh Kadar Fosfor terhadap Pengomposan Tandan Kosong Sawit dengan Metode Windrow Aerob, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, UPN
- Ahmad, A.,** Chairul, dan L. Legawati, 2012c, Pengaruh Konsentrasi Starter pada Pembuatan Kompos dari Tandan Kosong Sawit dengan Teknologi Biofertilizer, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, UPN
- Ahmad, A.,** Hafidawati, dan Debby, 2012d, Pengaruh Konsentrasi Nitrogen pada Pembuatan Kompos dari Limbah Tandan Kosong Sawit dengan Teknologi Biofertilizer, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, UPN
- Ahmad, A.,** Khairat, dan T. Mailinda, 2012e, Pengaruh Konsentrasi Nitrogen terhadap Pengomposan Serat Buah Sawit dengan Teknologoi Biofertilizer, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, UPN
- Ahmad, A.,** 2011, “Biodegradasi Limbah Padat Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Biofertilizer

- Dengan Bioreaktor Windrow Aerob”, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNRI, Pekanbaru.
- Ahmad, A.**, Bahrudin, S.Z. Amraini dan D. Andrio., 2009, “Biokonversi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Bahan Bakar Gas Dalam Bioreaktor Anaerobik”, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNRI, Pekanbaru.
- Ahmad, A.**, Bahrudin, S.Z. Amraini, dan J. Pinem, 2003, “Penerapan proses Bioremediasi untuk penanganan limbah padat industri minyak bumi”, Prosiding Seminar Universitas Indonesia, Jakarta.
- Bahrudin, **A. Ahmad**, S.Z. Amraini, dan J. Pinem, 2003, “Penerapan Proses Bioremediasi untuk Penanganan Sampah Organik”, Prosiding Seminar Bioteknologi Se-Sumatera 12 – 13 Desember, Pekanbaru.
- Cookson, J.T, 1995,” *Bioremediation Engineering Design and Application*”, McGraw-Hill Inc, New York
- Darnoko, S. M dan D. Mangunwidjaya, 1990, “ Pengaruh Konsentrasi Asam, Suhu dan Waktu Terhadap Hidrolisis Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit”, *Menara Perkebunan*, 58(4)
- Darmosarkoro, W dan S. Hutomo, 2000,: Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembenh Tanah”, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan
- Goenadi, D, Y. Away, R.A Pasaribu dan R. Siagian, 1994, “ Biodegradation of Empty Fruit Bunches of Oil Palm For Pulping”, *Menara Perkebunan*, 62(2), 30-35
- Guritno, P, K. Paimin, Darnoko dan E. Suparman, 1994,” Pemanfaatan Tandan Kosong Sawit Untuk Produksi Kertas Kraft”, *Berita PPKS*, vol. 2
- Murbadono, H. L, 2000,” *Membuat Kompos*”, Penebar Swadaya
- Naibaho, P.M, 1998,” Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit”, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan
- Pinem J.A., S.Z. Amraini, Bahrudin, **A. Ahmad**, 2002,”Penanganan Crude Oil Sludge di Zamrud Area PT. CPI”, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia, “Pengembangan Teknologi Proses dan Pemanfaatannya”, Universitas Sumatera Utara, 8 Oktober.
- Rittman, B. E dan P. L. McCarty, 2001, *Environmental Biotechnology: Principles and Applications*, McGraw-Hill International Editions, Singapore
- Schucard, F, S. Balcke, F. Becker, P. Guritno, T. Herawan dan E. Darnoko, 2000,” Production of Compost From EFB”, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan

- Shahila, N., **A. Ahmad** dan Wisrayetti, 2012, Pengaruh Konsentrasi Starter pada Pembuatan Kompos dari Limbah Serat Buah Sawit dengan Teknologi Biofertilizer, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, UI
- Susanto, H, 1998,” Utilization of Biomass Chemical Resource: Preliminary Experiment on Acetosolv-Processing of Oil Palm Empty Bunch”, *Paper Presented at HEDS-STT*, Padang
- Tchobanoglous, G, H. Theisen dan S. A, Vigil, 1993, *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*, McGraw-Hill International Editions, Singapore
- Willyanto, S, 1999,” Pembuatan Pulp Kertas dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Secara Biokimia-Mekanis”, *Prosiding Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksoeardjo*, Bandung

I. REKAPITULASI BIAYA

Rekapitulasi biaya yang diusulkan Tahun 2020

No.	Uraian	Jumlah (Rp)
1.	Gaji dan Upah	8.100.000
2.	Bahan Habis Pakai/Peralatan	42.000.000
3.	Perjalanan	15.000.000
4.	ATK dan Laporan/Publikasi/Lain-lain	4.900.000
	Jumlah Biaya	70.000.000

J. SUSUNAN ORGANISASI DAN PEMBAGIAN TUGAS TIM PENELITIAN

Pembagian tugas dan koordinasi keseluruhan, baik penelitian mengenai pembibitan, aklimatisasi, *start-up*, operasional dan pegujian sistem bioreaktor anaerob serta evaluasi hasil akhir dan penulisan laporan dilakukan oleh peneliti utama, Prof. Dr. Adrianto Ahmad, MT. Selain pengawasan harian, maka setiap minggu pada hari Rabu siang dilakukan pertemuan mingguan di Ruang Seminar Laboratorium Teknologi Bioproses Universitas Riau dengan para peneliti (peneliti utama, mahasiswa/i, dan teknisi). Pada pertemuan tersebut, hasil penelitian selama seminggu sebelumnya dibahas dan dievaluasi. Dari hasil evaluasi maka direncanakan kegiatan penelitian untuk seminggu berikutnya. Satu hari sebelum pertemuan mingguan yang dilakukan setiap minggu, peneliti bersama pembantu peneliti (mahasiswa) mengevaluasi dan menuliskan hasil percobaan yang dirancang seminggu sebelumnya. Dalam pertemuan mingguan tersebut hasil penelitian didiskusikan bersama, kemudian peneliti utama menandatangani pengesahannya. Isi worksheet tersebut kemudian disarikan dan dirangkum dalam worksheet peneliti utama, dalam buku ini pula ditulis catatan-catatan yang menyangkut

strategi maupun koordinasi menyeluruh mengenai penelitian ini. Dengan demikian dapat dijaga suasana kerja yang produktif dan efektif selain penyebaran tugas yang merata. Kualifikasi tim peneliti ditampilkan pada Tabel berikut,

1. Tenaga Peneliti

No.	a) Nama Lengkap b) Bidang Keahlian dan Tugas dalam Penelitian/NIM	a) Gelar Kesarjanaan b) Pendidikan Akhir (S1/S2/S3)	a) Pria/Wanita b) Alokasi waktu (jam/minggu)	a) Unit Kerja b) Lembaga
1.	a) Adrianto Ahmad b) Bidang Keahlian: Bioteknologi Lingkungan Secara umum, tugas peneliti utama dalam penelitian ini adalah bertanggung jawab atas semua kegiatan penelitian.	a) Prof, Dr., MT. b) S3	a) Pria b) 20	a) Lab Teknologi Bioproses b) Universitas Riau
2.	a) Edward HS b) Bidang Keahlian: Teknik Kimia Secara umum, tugas anggota peneliti dalam penelitian ini adalah bertanggung jawab atas kegiatan kualitas <i>biofertilizer</i>	a) Drs., MT., b) S2	a) Pria b) 15	a) Lab Uji Kimia b) Universitas Riau
3.	a) Jecky Asmura b) Bidang Keahlian: Teknik Lingkungan Secara umum, tugas anggota peneliti dalam penelitian ini adalah bertanggung jawab atas kegiatan Pengolahan Limbah Biomassa	a) ST., MT., b) S2	a) Pria b) 15	a) Lab Teknik Lingkungan b) Universitas Riau

2. Mahasiswa Yang Terlibat Penelitian

No.	a) Nama Lengkap b) Bidang Keahlian/NIM	a) Pendidikan (S1/S2/S3)	a) Pria/Wanita b) Alokasi waktu (jam/minggu)	a) Unit Kerja b) Lembaga
1.	a) Mora Rahmayuanda b) Teknik Lingkungan, NIM. 1307123520	S1	a) Laki-laki b) 15	a) Lab Teknologi Bioproses b) UNRI
2.	a) Nindy Tahnia b) Teknik Lingkungan, NIM. 1307113295	S1	a) Wanita b) 15	a) Lab Teknologi Bioproses b) UNRI
3.	a) Adinda Ryvania Abrir b) Teknik Lingkungan, NIM. 1307114706	S1	a) Wanita b) 15	a) Lab Teknologi Bioproses b) UNRI
4.	a) Bagus Anugrah b) Teknik Lingkungan, NIM. 1307113506	S1	a) Laki-laki b) 15	a) Lab Teknologi Bioproses b) UNRI

3. Tenaga Teknisi

No.	a) Nama Lengkap b) Bidang Keahlian dan Tugas dalam Penelitian	a) Gelar Kesarjanaan b) Pendidikan Akhir (SLA/D1/D2/D3/S1)	a) Pria/Wanita b) Alokasi waktu (jam/minggu)	a) Unit Kerja b) Lembaga
1.	a) Deby Oktavianti b) Bidang Keahlian : Analis Kimia Teknisi bertugas untuk membantu pengelolaan penelitian dalam bidang administrasi dan keuangan.	a) A.Md b) D3	a) Wanita b) 20	a) Lab Teknologi Bioproses b) Universitas Riau

K. JUSTIFIKASI ANGGARAN PENELITIAN

1. Gaji dan Upah

No.	Pelaksana Kegiatan	Jumlah Minggu	Jumlah Jam/minggu	Honor/Jam	Biaya (Rp)
1.	Analisis Kimia	4 x 9	15	15.000	8.100.000
	Jumlah Biaya				8.100.000

2.A Bahan Habis Pakai

No.	Bahan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya Rp)
1.	Seeding Bakteri Aerobik	1 paket	2.000.000	2.000.000
2.	Bahan Kimia	1 paket	17.500.000	17.500.000
4.	Nutrien Bakteri	1 paket	1.000.000	1.000.000
	Jumlah Biaya			20.500.000

2.B Peralatan

No.	Jenis	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya Rp)
1.	Mesin pencacah	1 unit	6.000.000	6.000.000
2.	Alat-alat Gelas	1 paket	2.000.000	2.000.000
3.	Tangki Seeding	2 unit	1.000.000	2.000.000
4.	Pompa Aerasi	2 unit	750.000	1.500.000
5.	Instalasi pipa	1 paket	850.000	850.000
6.	Alat-alat skop, cangkul dll	1 paket	500.000	500.000
7.	Jerigen	20 buah	50.000	1.000.000
8.	Botol sampel	20 buah	25.000	500.000
9.	Geo-membran	1 unit	10.000.000	3.150.000
10.	Saringan Getar	1 unit	10.000.000	4.000.000
	Jumlah Biaya			21.500.000

3. Perjalanan

No.	Tujuan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya Rp)
1.	Lumpsum peneliti	1 kegiatan	3.000.000	3.000.000
2.	Pengambilan Limbah Cair ke Pabrik	4 unit	500.000	2.000.000
3.	Perjalanan dinas	2 unit	5.000.000	10.000.000
	Jumlah Biaya			15.000.000

4. Lain-lain

No.	Kegiatan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Biaya Rp)
1.	Foto Copy Referensi	1 paket	1.500.000	1.500.000
2.	ATK (kertas, tinta, alat tulis)	1 paket	500.000	500.000
4.	Diskusi Group	1 paket	1.000.000	1.000.000

5.	Worksheet Peneliti	1 paket	250.000	500.000
6.	Pembuatan & Penggandaan Laporan	1 paket	1.000.000	1.400.000
	Jumlah Biaya			4.900.000

LAMPIRAN

Biodata Peneliti Utama dan Anggota Tim Peneliti

a. Biodata Peneliti Utama

I IDENTITAS DIRI

1.1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Prof. Dr. H. Adrianto Ahmad, MT (L)
1.2	Jabatan Fungsional	Guru Besar
1.3	NIP/NIDN	19581018 198703 1 001/0018105802
1.4	Tempat dan Tanggal Lahir	Bangkinang/18 Oktober 1958
1.5	Alamat Rumah	Jl. Prof. M. Yamin, SH No. 110/14 Pekanbaru. 28155
1.6	Nomor Telepon/Faks	0761-567446; 0761-561736
1.7	Nomor HP	0813 7891 1958
1.8	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Kimia – Fak Teknik Universitas Riau
1.9	Nomor Telepon/Faks	0761-566937
1.10	Alamat e-mail	adri@unri.ac.id ; adriantounri@gmail.com
1.11	Lulusan yg telah dihasilkan	S-1= 50 orang ; S-2= 13 orang; S-3= 2 orang
1.12	Mata Kuliah yg diampu	1. Bioremediasi (S1) 2. Bioteknologi Lingkungan (S1) 3. Teknologi Fermentasi (S1) 4. Perancangan Bioreaktor (S1) 5. Bioteknologi Lingkungan Lanjut (S2) 6. Pencegahan Pencemaran (S2) 7. Toksikologi dan Laboratorium Lingkungan (S2) 8. Manajemen dan Pengelolaan Limbah Cair (S2) 9. Ekoteknologi (S3)

II RIWAYAT PENDIDIKAN

2.1. Program:	S-1	S-2	S-3
2.2. Nama PT	Universitas Andalas	ITB, Bandung	ITB, Bandung
2.3. Bidang Ilmu	Kimia	Teknik Kimia	Teknik Lingkungan
2.4. Tahun Masuk	1978	1987	1993
2.5. Tahun Lulus	1985	1990	2001
2.6. Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Metoda Destruksi Basah Pada Penentuan Kadmium dan Timbal Dalam Makanan Kaleng Secara Spektrofotometri Serapan Atom	Produksi Asam Sitrat Dalam Fermentasi Bawah Permukaan Substrat Molase	Biodegradasi Limbah Cair Industri Minyak Sawit Dalam Sistem Bioreaktor Anaerob
2.7. Nama Pembimbing/ Promotor	Dr. Soemanto Imam Khasani	Ir. Wibowo Suryo, M.Sc	Prof. Dr. Oei Ban Liang, Dr. Ir. Tjandra

			Setiadi M.Eng, Dr. Ir. Mindriany Syafila, MS
--	--	--	--

III PENGALAMAN PENELITIAN

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1.	2002	Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan bioreaktor membran polipropilen anaerob (KETUA)	Hibah Bersaing, DP3M DIKTI DEPDIKNAS	50
2.	2003	Bioreaktor membran polieter sulfon anaerob untuk pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit (KETUA)	RUT KRT	100
3.	2006	Pemanfaatan Limbah Padat Boiler (Fly Ash) Sebagai Bahan Campuran Beton dan Aspal Hotmix (Ketua)	PT. RAPP	200
4.	2006-sekarang	Pengaruh Transportasi Bahan Baku Industri Pulp dan Paper (Ketua)	PT. RAPP	200
5.	2009	Pengembangan bioreaktor hibrid anaerob bermedia batu untuk pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit (ANGGOTA)	Hibah Riset Strategis Nasional DP2M DIKTI KemenDiknas	100
6.	2009-2010	Biokonversi limbah cair pabrik kelapa sawit menjadi bahan bakar alternative dengan bioreactor hybrid anaerob skala pabrik (KETUA)	Hibah Riset Unggulan Strategis Nasional Batch I DP2M Kemendiknas	465
7.	2010-2011	Pembuatan termoplastik berbasis karet alam dengan bahan isian berbasis limbah padat industri sawit (ANGGOTA)	Hibah Kompetensi DP2M Kemendiknas	87
8.	2010	Bioproses Anaerobik : Praktek dan Teori (KETUA)	Hibah Penulisan Buku Teks DP2M KemenDiknas	20
9.	2010	Metoda dan Alat Untuk Pengolahan Limbah Cair Dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob (KETUA)	Hibah Uber HKI DP2M KemenDiknas	7,5
10.	2011	Metoda dan Alat Untuk Produksi Biogas Secara Kontinu (KETUA)	Hibah HKI Kemenristek	10
11.	2011	Inovasi Pembangkit Biogas (KETUA)	DIPA UNRI	5
12.	2011	Biokonversi limbah padat pabrik kelapa sawit menjadi biofertilizer dengan bioreaktor windrow aerob (KETUA)	DIPA UNRI	25
13.	2011	Pengembangan fermentasi bioetanol dengan metoda fermentasi secara simultan berbahan	DIPA UNRI	5

		baku limbah nanas (ANGGOTA)		
14.	2012	Rancangbangun dan Prorotipe Pembangkit Bioelektrik Berbahan Baku Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Bioreaktor Hibrid Anaerob Skala Pabrik Berkapasitas 25 m ³ (KETUA)	Hibah Riset MP3EI DP2M DIKTI KemenDiknas	180
15.	2013	Rancangbangun dan Prorotipe Pembangkit Bioelektrik Berbahan Baku Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Bioreaktor Hibrid Anaerob Skala Pabrik Berkapasitas 25 m ³ (KETUA)	Hibah Pasca Sarjana DP2M DIKTI KemenDiknas	85
16.	2013	Identifikasi, Karakteristik dan Daur Ulang Limbah Lumpur Biomassa Dari Instalasi Pengolah Limbah Cair Industri Pulp dsn Kerta Dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan (KETUA)	Hibah Riset MP3EI DP2M DIKTI KemenDiknas	170
17.	2014	Rancangbangun dan Prorotipe Pembangkit Bioelektrik Berbahan Baku Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Bioreaktor Hibrid Anaerob Skala Pabrik Berkapasitas 25 m ³ (KETUA)	Hibah Riset MP3EI DP2M DIKTI KemenDiknas	150
18.	2014	Kajian dan Analisa Mutu Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (POME) PKS Tandun, Sei Galuh dan Sei Garo PTPNV (KETUA)	PTPN V	250
19.	2010	Bioproses Anaerobik: Praktek dan Teori (KETUA)	Insentif Penulisan Buku Ajar Kemenristekdikti	17,5
20.	2015	Peningkatan Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Sawit Dari Kapasitas Bioreaktor 12,5 m ³ Menjadi 50 m ³ perhari di Pabrik Kelapa Sawit Sei Pagar PTPNV (KETUA)	Kemenristekdikti	280
21.	2016	Peningkatan Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Sawit Dari Kapasitas Bioreaktor 12,5 m ³ Menjadi 50 m ³ perhari di Pabrik Kelapa Sawit Sei Pagar PTPNV Tahun Kedua (KETUA)	Kemenristekdikti	185
22.	2016	POME dan Solusinya (KETUA)	Insentif Penulisan Buku Ajar Kemenristekdikti	17,5
23.	2017	Rancangbangun dan Alih Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Sawit Skala Pabrik Kapasitas 250 m ³ /hari di Pabrik Kelapa Sawit Sei Pagar PTPNV Riau (KETUA)	Kemenristekdikti	675
24.	2017	Scale-up Biotransformasi Biomassa Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Biofertilizer Dengan Bioreaktor Windrow Aerob Skala Pilot Plant (KETUA)	DIPA Universitas Riau	55
25.	2018	Rancangbangun dan Alih Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Sawit Skala Pabrik	Kemenristekdikti	400

		Kapasitas 250 m3/hari di Pabrik Kelapa Sawit Sei Pagar PTPNV Riau (KETUA)		
26.	2018	Scale-up Biotransformasi Biomassa Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Biofertilizer Dengan Bioreaktor Windrow Aerob Skala Pilot Plant: Variasi Dosis POME (KETUA)	DIPA Universitas Riau	64
27.	2019	Peningkatan Kinerja Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Sawit Skala Pabrik Kapasitas 250 m3/hari di Pabrik Kelapa Sawit Sei Pagar PTPNV Riau (KETUA)	Kemenristekdikti	289

IV PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2007	Water Discharge Sensitivity Mapping in Bangko-Balam Area	PT Chevron Pacific Indonesia, RIAU	410
2	2007	Pemanfaatan Fly Ash untuk Campuran Beton dan Hot Mix	PT. RAPP	200
3	2006-2009	Survey Transportasi Mobil Truk Balak	PT. RAPP	150
4	2008	Monitoring Of RKL-RPL PT. CPI Riau	PT Chevron Pacific Indonesia, RIAU	830
5	2009	Monitoring Of RKL-RPL PT. CPI Riau	PT Chevron Pacific Indonesia, RIAU	830
6	2010	Monitoring Of RKL-RPL PT. CPI Riau	PT Chevron Pacific Indonesia, RIAU	830
7	2011	Monitoring Of RKL-RPL PT. CPI Riau	PT Chevron Pacific Indonesia, RIAU	830
8	2011	Biogas dari Kotoran Sapi di Pedesaan Kab. Kampar, Propinsi Riau	IA ITB	40
9.	2012	IbM Pemberdayaan Kelompok Peternak Sapi sebagai Pilar Untuk Mewujudkan Desa Mandiri Energi Di Desa Batubelah Kabupaten Kampar Propinsi Riau	DP2M DIKTI KemenDiknas	50

		(KETUA)		
10.	2015	Pengembangan Energi Biogas Di Dusun III Desa Batubelah Kabupaten Kampar Propinsi Riau Sebagai Perwujudan Desa Mandiri Energi (KETUA)	Universitas Riau	10
11.	2015	Pengembangan Energi Biogas Di Dusun III Desa Mukti Jaya Kabupaten Rokan Hilir Propinsi Riau Sebagai Perwujudan Desa Mandiri Energi (KETUA)	Universitas Riau	10
12.	2017	Desa Binaan: Produksi Bahan Bakar Ramah Lingkungan Dalam Rangka Mewujudkan Desa Mandiri Energi Berbasis Sentra Peternak Sapi Di Desa Batubelah Kabupaten Kampar Propinsi Riau (KETUA)	Universitas Riau	50
13.	2018	Desa Binaan: Produksi Bahan Bakar Ramah Lingkungan Dalam Rangka Mewujudkan Desa Mandiri Energi Berbasis Sentra Peternak Sapi Di Desa Batubelah Kabupaten Kampar Propinsi Riau Tahun 2018 (KETUA)	Universitas Riau	30
14.	2019	Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Berbagai Kebutuhan Di Desa Rumbio Jaya Kabupaten Kampar Propinsi Riau (Anggota)	Universitas Riau	5

V PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1	2019	The Performance of a Pilot Scale Anaerobic Hybrid Bioreactor on Palm Oil Mill Effluent Treatment	Vol. 19, No. 3	Reaktor
2	2019	Start-up of Expanded Granular Sludge Bed Reactor Treating Undiluted Palm Oil Mill Effluent	Vol. 550	IOP Conf. Ser: Mater. Sci. Eng
3	2019	Enhanced Biogas Production by Mesophilic and Thermophilic Anaerobic co-Digestion of Palm Oil Mill Effluent with Empty Fruit Bunches in Expanded Granular Sludge Bed Reactor	Vol. 550	IOP Conf. Ser: Mater. Sci. Eng
4	2019	Production of Second Generation Bioethanol from Palm Fruit Fiber	Vol. 1295	Journal of Physics: Conf.

		Biomass using <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>		Ser.
5	2019	The Effect of <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> Concentrations on Second Generation Bioethanol Production from Oil Palm Frond	Vol. 1295	Journal of Physics: Conf. Ser.
6	2019	Comparison of Cellular Lightweight Concrete with Addition of Palm Oil Mi8dribs	Vol. 10 No. 03	International Journal of Civil Engineering and Technology
7	2015	Implementasi Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit Islam Ibnu Sina Pekanbaru	Vol. 2 No. 2	Dinamika Lingkungan Indonesia
8	2013	Kajian Toksisitas Limbah Biosludge yang berasal dari IPAL Industri Pulp dan Kertas dengan Metode <i>Toxicity Characteristik Leaching Prosedure</i>	Vol. 7 No.1	Jurnal Ilmu Lingkungan
9	2013	Dampak Radiasi terhadap Kesehatan Pekerja Radiasi di RSUD Arifin Achmad, RS Santa Maria, dan RS Awal Bros Pekanbaru	Vol. 7 No. 1	Jurnal Ilmu Lingkungan
10	2012	Uji Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Tandan Kosong dan Pelepah Sawit dalam Penyisihan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) Limbah Cair Pabrik Minyak Sawit	Vol.4 , No. 2	Jurnal Teknik Kimia Indonesia
11	2011	Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Tandan dan Pelepah Sawit dalam Penyisihan COD	Vol. 10 No. 3	Jurnal Teknik Kimia Indonesia
12	2007	Tinjauan Penerapan Bioreaktor Membran Anaerob Untuk Penanganan Limbah Cair Industri	Vol. 4, No. 2	Jurnal Sains, Teknologi dan Industri
13	2004	Disain dan Penerapan Bioreaktor Anaerob Untuk Penanganan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit	Vol. 7, No. 1, hal. 9-13	Jurnal Natur Indonesai
14	2004	Studi Komperatif Sumber dan Proses Aklimatisasi Bakteri Anaerob Pada Limbah Cair Yang Mengandung Karbohidrat, Protein dan Minyak-Lemak	Vol. 3, No. 1	Jurnal Sains dan Teknologi
15	2003	Penentuan Parameter Kinetika Proses Biodegradasi Anaerob Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit	Vol. 6, No. 1	Jurnal Natur Indonesia

**VI PENGALAMAN PENYAMPAIAN MAKALAH SECARA ORAL PADA
PERTEMUAN/SEMINAR ILMIAH**

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel	Waktu	Tempat
1	Seminar UR-Internasional Conference on Science and Environment (URICSE)	The Effects of Zn/Natural Zeolite Ratio and Adsorbent Calcination on H ₂ S Adsorption in Biogas on The Processing of Palm Oil Mill Effluent (POME)	2019	UNRI, Pekanbaru
2	Seminar UR-Internasional Conference on Science and Environment (URICSE)	The Effects of Time Fermentation and <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> Concentration for Bioethanol Production from Empty Fruit Bunch	2019	UNRI, Pekanbaru
3	Seminar Nasional Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan Tropis	Pengujian Kualitas NPK <i>Biofertilizer</i> dalam Pengolahan Limbah Padat Serat Buah Sawit	2019	UNRI, Pekanbaru
4	Seminar Nasional Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan Tropis	Kinerja Pengolahan Limbah Padat Serat Buah Sawit Menggunakan Metode Windrow Aerob Ditinjau dari Rasio C/N	2019	UNRI, Pekanbaru
5	Seminar Nasional Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan Tropis	Pengaruh Penambahan POME terhadap Konsentrasi N, P, K Pada Proses Pengomposan Tandan Buah Sawit	2019	UNRI, Pekanbaru
6	Seminar Nasional Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan Tropis	Kinerja Teknik Pengomposan Limbah Tandan Buah Sawit Menggunakan Metode Windrow Aerob Ditinjau dari Rasio C/N	2019	UNRI, Pekanbaru
7	The Padjajaran International Conference on Energy Research, Technology and Innovation	Start-up of Expanded Granular Sludge Bed Reactor Treating Undiluted Palm Oil Mill Effluent	2018	UNPAD, Bandung

8	The Padjajaran International Conference on Energy Research, Technology and Innovation	Enhanced Biogas Production by Mesophilic and Thermophilic Anaerobic co-Digestion of Palm Oil Mill Effluent with Empty Fruit Bunches in Expanded Granular Sludge Bed Reactor	2018	UNPAD, Bandung
9	3 rd International Conference on Chemical and Material Engineering	Production of Second Generation Bioethanol from Palm Fruit Fiber Biomass using <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	2018	UNDIP, Semarang
10	3 rd International Conference on Chemical and Material Engineering	The Effect of <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> Concentrations on Second Generation Bioethanol Production from Oil Palm Frond	2018	UNDIP, Semarang
11	Seminar Nasional Insentif Riset Sinas, INSINAS	Peningkatan Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Sawit Dari Kapasitas Bioreaktor 12,5 m ³ menjadi 50 M ³ Perhari di Pabrik Kelapa Sawit Sei Pagar PTPNV	2015	RISTEK, Bandung
12	Seminar Nasional Insentif Riset Sinas, INSINAS	Peningkatan Kinerja Pembangkit Listrik Biogas Berbasis Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Scale-up Bioreaktor Hibrid Anaerobik dari 2,5 m ³ Menjadi 12,5 m ³	2014	RISTEK, Serpong
13	Seminar Nasional Insentif Riset Sinas, INSINAS	Peningkatan Kinerja Pembangkit Listrik Biogas Berbasis Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Scale-up Bioreaktor Hibrid Anaerobik dari 2,5 m ³ Menjadi 12,5 m ³	2013	RISTEK, Serpong
14	Seminar Nasional Insentif Riset Sinas, INSINAS	Peningkatan Kinerja Pembangkit Listrik Biogas Berbasis Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Scale-up Bioreaktor Hibrid Anaerobik dari 2,5 m ³ Menjadi 12,5 m ³	2012	RISTEK, Bandung
15	Seminar Nasional Tjipto Utomo	Biokonversi Reject Nenas dengan Menggunakan <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	2012	ITENAS, Bandung
16	Seminar Nasional dan	Uji Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob dalam Mengolah	2012	IPB, Bogor

	Kongres MAKSI	Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Beban Kejut		
17	Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia dan Musyawarah Nasional APTEKINDO	Kestabilan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Batu pada Kondisi Start-Up dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Sagu	2012	UI, Jakarta
18	Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia dan Musyawarah Nasional APTEKINDO	Efisiensi Penyisihan Kandungan Padatan Limbah Cair Pabrik Sagu Menggunakan Reaktor Hibrid Anaerob dengan Variabel Laju Alir	2012	UI, Jakarta
19	Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia dan Musyawarah Nasional APTEKINDO	Pengaruh Laju Pembebanan Organik terhadap pH dan asam Asetat dalam Bioreaktor Hibrid Anaerob pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Sagu	2012	UI, Jakarta
	Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia dan Musyawarah Nasional APTEKINDO	Pengaruh Laju Alir Umpan terhadap pH dan Alkalinitas Limbah Cair Sagu dalam Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Batu pada Kondisi Tunak	2012	UI, Jakarta
20	Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Oleo dan Petro Kimia	Pengaruh Konsentrasi Starter Pada Pembuatan Kompos dari Limbah Serat Buah Sawit dengan Teknologi Biofertilizer	11 Juli 2012	UNRI, Pekanbaru
21	Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Oleo dan Petro Kimia	Efisiensi Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) Limbah Cair Pabrik Sagu dan Produksi Biogas Menggunakan Bioreaktor Hibrid Anaerob pada Kondisi Start-Up	11 Juli 2012	UNRI, Pekanbaru
22	Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Oleo dan Petro Kimia	Pengaruh Laju Pembebanan Organik terhadap Produksi Biogas dari Limbah Cair Sagu Menggunakan Bioreaktor Hibrid Anaerob	11 Juli 2012	UNRI, Pekanbaru

23	Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Oleo dan Petro Kimia	Penyisihan Kandungan Padatan Limbah Cair Pabrik Sagu dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob pada Kondisi Start-Up	11 Juli 2012	UNRI, Pekanbaru
24	Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Oleo dan Petro Kimia	Kajian Aklimatisasi Proses Pengolahan Limbah Cair Pabrik Sagu Secara Anaerob	11 Juli 2012	UNRI, Pekanbaru
25	Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan	Pengaruh Konsentrasi Nitrogen Pada Pembuatan Kompos Dari Limbah Tandan Kosong Sawit Dengan Teknologi Biofertilizer	6 Maret 2012	UPN, Yogyakarta
26	Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan	Pengaruh Konsentrasi Nitrogen Pada Pembuatan Kompos Dari Limbah Tandan Kosong Sawit Dengan Teknologi Biofertilizer	6 Maret 2012	UPN, Yogyakarta
27	Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan	Pengaruh Konsentrasi Starter Pada Pembuatan Kompos Dari Tandan Kosong Sawit Dengan Teknologi Biofertilizer	6 Maret 2012	UPN, Yogyakarta
28	Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan	Pengaruh Konsentrasi Nitrogen Terhadap Pengomposan Serat Buah Sawit Dengan Teknologi Biofertilizer	6 Maret 2012	UPN, Yogyakarta
29	Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan	Pengaruh Kadar Fosfor Terhadap Pengomposan Dari Limbah Tandan Kosong Sawit Dengan Metode <i>Windrow</i> Aerob	6 Maret 2012	UPN, Yogyakarta
30	Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan	Pengaruh Konsentrasi Urea Sebagai Sumber Nitrogen Terhadap Proses Biokonversi <i>Reject</i> Nanas Menjadi Bioetanol	6 Maret 2012	UPN, Yogyakarta
31	Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan	Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Biokonversi <i>Reject</i> Nanas Menjadi Bioetanol	6 Maret 2012	UPN, Yogyakarta
32	Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan	Pengaruh Konsentrasi Inokulum Terhadap Biokonversi <i>Reject</i> Nanas Menjadi Bioetanol	6 Maret 2012	UPN, Yogyakarta
33	Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan	Pengaruh Konsentrasi Fosfor Terhadap Biokonversi <i>Reject</i> Nanas Menjadi Bioetanol	6 Maret 2012	UPN, Yogyakarta

VII PENGALAMAN PENULISAN BUKU

No.	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit
1	2002	Peranan Sumber Daya Alam Dan Pengelolaannya Dalam Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Riau, Editor: Feliatra, Optimalisasi Peran Universitas Riau Dalam Menggapai Visi Riau 2020 , ISBN 9790-3314-03-6	150	FAPERIKA PRESS
2	2003	Strategi Pengembangan Bioteknologi di Propinsi Riau, Editor: Usman Pato, Pengembangan Ilmu dan Penelitian Bioteknologi di Riau , ISBN 9790-3297-66-2	150	UNRI PRESS
3	2012	Rekayasa Bioproses Anaerobik: Teori dan Praktek. ISBN 978-979-792-407-2	222	UNRI PRESS
4	2015	Buku Teknologi Tepat Guna: Pedoman Pembuatan Biogas Untuk Rumah Tangga. ISBN 978-979-792-648-9	28	UNRI PRESS
5	2017	POME dan Solusinya. ISBN 978-979-792-648-9	228	UNRI PRESS

VIII PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor P/ID
1.	2010	Metoda dan Alat Untuk Pengolahan Limbah Cair Dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob	Paten	P00201000841
2.	2011	Metoda dan Alat Untuk Produksi Biogas dan Pupuk Cair Secara Kontinu	Paten	P00201100837
3.	2012	Bioreaktor Sekat Anaerob Dua Fasa Untuk Pengolahan Limbah Cair Dengan Beban Organik Tinggi	Paten	P00201201209
4.	2017	Alat Purifikasi Biometan dari Biogas	Paten	P00201705561
5.	2017	Alat Pengendali Kestabilan Fluks pada Bioreaktor Membran Anaerob Secara Kontinu	Paten	P00201705562
6.	2018	Bioreaktor Windrow Aerobik Untuk Bioremediasi Biomassa Nonpati	Paten	P00201805562
7.	2018	Alat Penutup Kolam Bioreaktor Hibrid Anaerob	Paten	P00201805562
8.	2017	Rekayasa Bioproses Anaerobik: Teori dan Praktek	Hak Cipta	C00201700260
9.	2017	Buku Teknologi Tepat Guna: Pedoman Pembuatan Biogas Untuk Rumah Tangga	Hak Cipta	C00201700259
10.	2018	POME dan Solusinya	Hak Cipta	C00201800259

IX PENGALAMAN MERUMUSKAN KEBIJAKAN PUBLIK/REKAYASA SOSIAL LAINNYA

No.	Tahun	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat
1.	2007	Agenda 21 Propinsi Riau	Bapedal Propinsi Riau	Sebagai Acuan Kebijakan Lingkungan Daerah

X PENGHARGAAN YANG PERNAH DIRAIH

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Satya Lancana Karya Satya 10 tahun	Presiden RI	2006
2.	Satya Lancana Karya Satya 20 tahun	Presiden RI	2008
3.	Peneliti Terbaik I UNRI 2009	Rektor Universitas Riau	2009
4.	Peneliti Terbaik I UNRI 2010	Rektor Universitas Riau	2010
5.	Peneliti Terbaik II UNRI 2012	Rektor Universitas Riau	2012
6.	Penyaji Makalah Terbaik Kelompok IV, Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat	DP2M DIKTI	2013
7.	Satya Lancana Karya Satya 30 tahun	Presiden RI	2017
8.	Dekan Terbaik II di Universitas Riau	Rektor UNRI	2017
9.	Dosen Terbaik Peraih Kekayaan Intelektual Kategori Paten Terbanyak	Rektor UNRI	2019

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

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan hibah **Skema Penelitian Inovasi dan Percepatan Hilirisasi**.

Pekanbaru, 12 Maret 2020

Ketua Peneliti,



(Prof. Dr. H. Adianto Ahmad, MT)

NIP. 19581018 198703 1 001

b. Biodata Anggota Peneliti 1

Identitas Diri

Nama	:	Drs. Edward Hs, M.Si
NIP/NIK	:	195910221987021001
NIDN	:	0022105901
Tempat dan Tanggal Lahir	:	Batusangkar, 22 Oktober 1959
Jenis Kelamin	:	Laki-laki
Status Perkawinan	:	Kawin
Agama	:	Islam
Golongan/Pangkat	:	III-d
Jabatan Fungsional Akademik	:	Lektor
Perguruan Tinggi	:	Universitas Riau
Alamat	:	Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28294
Telp/Faks	:	(0761) 62382
Alamat Rumah	:	Jl. Damai Blok L. No.2 Pekanbaru
Telp/Faks	:	0761-62382
Alamat e-mail	:	Edwardhs150@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

Tahun Lulus	Jenjang	Perguruan Tinggi	Jurusan/Bidang Studi
1985	Sarjana	Universitas Riau	Kimia-FMIPA
2010	Magister	Universitas Hasanuddin	PLH

PELATIHAN PROFESIONAL

Tahun	Pelatihan	Penyelenggara
2012	Pelatihan Penelitian Tindakan kelas	Pusat Pengembangan dan pendidikan Universitas Riau
2011	Pelatihan PEKERTI-AA	Pusat Pengembangan dan pendidikan Universitas Riau
2011	Sosialisasi Penelitian dan pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Riau	Fakultas Teknik Universitas Riau
2012	Workshop Pembuatan Proposal Pengabdian Kepada Masyarakat Program Mono dan Multi tahun	Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Riau
2012	Sosialisasi Borang Akreditasi Sarjana Perguruan Tinggi	Universitas Riau
2012	Workshop Metode dan Media Pembelajaran	RUTC Universitas Riau

PENGALAMAN JABATAN

Jabatan	Institusi	Tahun
Dekan Fakultas teknik	Univeritas Riau	sampai th 2000
Pembantu dekan 1.	Univeritas Riau	sampai th 1996
Anggota Tim Akreditasi dan Evaluasi Diri Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, UR	Universitas Riau	2012

Institusi

Jabatan

Periode Kerja

Pengalaman Penelitian :

Penggunaan Aktivator UH1 Untuk pencegahan pencemaran minyak bumi di sungai	Ketua Peneliti	2008
Kinerja membran reverse terhadap rejeksi sintesis	Ketua Peneliti	2009
Pengolahan limbah cair secara kimia dan fisika	Ketua Peneliti	2011

PENGALAMAN MENGAJAR

Mata Kuliah	Jenjang	Institusi	Tahun
Pencegahan pencemaran	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012

Ekologi dan peng. Lingkungan	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
Koservasi lingkungan	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
Kimia lingkungan	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
Kesehatan lingkungan	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
Teknologi tepat guna	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
PENGALAMAN MEMBIMBING MAHASISWA			

Ekologi dan peng. Lingkungan	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
Koservasi lingkungan	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
Kimia lingkungan	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
Kesehatan lingkungan	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
Teknologi tepat guna	Sarjana	Universitas Riau	s/d 2012
PENGALAMAN MEMBIMBING MAHASISWA			
Tahun	Pembimbing / Pembinaan		
Semester Genap/ Ganjil s/d 2016	Pembimbing Penelitian di D3 Teknik Kimia		
	Pembimbing Penelitian di D3 Teknik Kimia		


KARYA TULIS ILMIAH		
Tahun	Judul	Penerbit/ Jurnal
2015	Efisiensi Metode Multi Soil Layering dalam penyisihan COD dari Limbah cair Hotel Pangeran Beach Padang	Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas No. 7/DAMPAK/IX/2012
KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT		
Tahun	Kegiatan	
2015	Sosialisasi dan teknologi pembuatan kompos di SD N 110 Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru (Dalam Rangka Menuju Sekolah Adiwiyata)	
2015	Penyuluhan Masalah Lingkungan dan Teknologi Pembuatan Kompos Di SD N 075 Kota Pekanbaru (Dalam Rangka Menuju Sekolah Adiwiyata)	
2016	Pelatihan Pembuatan Teknologi Pengolahan Air Berminyak, Berbau dan Berkarat Bagi masyarakat Desa Bunga Raya Kel. Bunga Raya Kab. Siak	
2014	Sosialisasi Pengolahan Sampah Sederhana "Takakura Home Methods" di Rumah Tangga Desa Pantai Cermin Kecamatan Tapung	
2014	Penyuluhan teknologi pengomposan skala rumah tangga metode keranjang takakura di kelurahan balai makam kecamatan Mandau, duri	
2013	Pelatihan pembuatan pupuk cair organik di keluarahan palas kecamatan rumbai pekanbaru	

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

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan hibah **Skema Penelitian Inovasi dan Percepatan Hilirisasi**.

Pekanbaru, 12 Maret 2020

Anggota Peneliti



Drs. Edward Hs. M.Si

NIP: 195910221987021001

c. Biodata Anggota Peneliti 2

Identitas Diri

Nama : Jecky Asmura, ST, MT

Nip. : 197709162005011002

Nidn : 0016047703

Pangkat: IIIa/Asisten Ahli

a) Pendidikan

Program	Sarjana	Magister	Doktoral
Perguruan Tinggi Asal	Universitas Andalas	Institut Teknologi Bandung	
Konsentrasi Ilmu	Teknik Lingkungan	Teknik Lingkungan	
Tahun Lulus	2001	2005	
Judul Tugas Akhir	Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum Kec. Kuranji, Kota Padang	Pengelolaan Sampah Kota Padang Dengan Pendekatan Sistem Dinamik	

b) Pengalaman Penelitian 5 (lima) Tahun Terakhir

Judul riset	Tahun Riset	Nilai Pendanaan Riset (Juta)	Sumber Pendanaan Riset	Peran/ Posisi	Mitra Riset
Kajian Studi Kelayakan Sungai Sail Untuk Ketersediaan Air Baku di Kecamatan Bukit Raya Pekanbaru	2017	15.000.000	DIPA UNRI	Ketua	
Pengembangan Proses Produksi Pulp Cetak Tanpa Perekat dari Tandan Kosong	2016	60.000.000	Hibah Bersaing DIKTI	Anggota	

Sawit (anggota)					
Kajian Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Menggunakan Pendekatan Model Matematik Environmental Protection Agency-Storm Water Management Model (EPA-SWMM) (anggota)	2016	20.000.000	DIPA UNRI	Anggota	
Aplikasi Teknologi Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Daerah Rawa di Propinsi Riau (Tahun 2 dari 2)	2015	70.000.000	DIKTI	Anggota	
Aplikasi Teknologi Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Daerah Rawa di Propinsi Riau (Tahun 1 dari 2)	2014	50.000.000	DIKTI	Anggota	
Uji Toksisitas dan Studi Ekokinetik Air Lindi Dari TPA Muara Fajar Kecamatan Rumbai Pesisir Pekanbaru (anggota)	2013	14.500.000	DIPA UNRI	Anggota	
Pengelolaan Sampah Kampus Panam	2012	15.000.000	DIPA UNRI	Ketua	

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

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan hibah **Skema Penelitian Inovasi dan Percepatan Hilirisasi**.

Pekanbaru, 12 Maret 2020
Anggota Peneliti



Jecky Asmura, ST, M.T
NIP: 197709162005011002