

**ANALISIS KUALITAS BIOGAS DAN *SLURRY* YANG
DIHASILKAN DARI BEBERAPA KOMPOSISI AMPAS TEBU
DAN FESES KERBAU MENGGUNAKAN BIOSTARTER EM-4**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
sarjana sains*



Oleh:

Muhammad Ari Zoni

NIM. 19034023/2019

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Analisis Kualitas Biogas Dan Slurry Yang Dihasilkan Dari
Beberapa Komposisi Ampas Tebu Dan Feses Kerbau Dengan
Menggunakan Biostarter Em-4
Nama : Muhammad Ari Zoni
NIM : 19034023
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 08 November 2023

Mengetahui :
Kepala Departemen Fisika



Prof. Dr. Asrizal, M.Si
NIP. 19660603 199203 1 001

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing



Dra. Yenni Darvina, M.Si
NIP. 19630911 198903 2 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

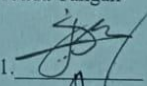
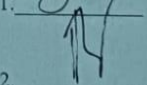
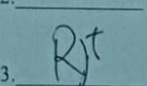
Nama : Muhammad Ari Zoni
TM/NIM : 2019/19034023
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**ANALISIS KUALITAS BIOGAS DAN SLURRY YANG DIHASILKAN
DARI BEBERAPA KOMPOSISI AMPAS TEBU DAN FESES KERBAU
DENGAN MENGGUNAKAN BIOSTARTER EM-4**

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Fiska Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 08 November 2023

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dra. Yenni Darvina, M.Si	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si	2. 
3	Anggota	Dr. Riri Jonuarti, S.Pd., M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Muhammad Ari Zoni

NIM : 19034023

Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Balik/13 Maret 2000

Program Studi : Fisika

Departemen : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : Analisis Kualitas Biogas Dan Slurry Yang Dihasilkan
Dari Beberapa Komposisi Ampas Tebu Dan Feses
Kerbau Dengan Menggunakan Biostarter Em-4

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 08 November 2023
Yang Menyatakan



Muhammad Ari Zoni
NIM. 19034023

Analisis Kualitas Biogas Dan Slurry Yang Dihasilkan Dari Beberapa Komposisi Ampas Tebu Dan Feses Kerbau Menggunakan Biostarter Em-4

Muhammad Ari Zoni

ABSTRAK

Energi merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan. Perlu dilakukan terobosan terbaru untuk mengatasi krisis energi salah satu diantaranya yaitu biogas dengan memanfaatkan limbah. Limbah yang dapat digunakan yaitu limbah ampas tebu dan limbah feses kerbau yang memiliki potensi untuk menghasilkan biogas. Permasalahan yang diangkat dari penelitian ini mengenai peranan dari biostarter EM-4 dan feses kerbau terhadap serat ampas tebu dengan para meter ukur pH, temperatur, tekanan, uji nyala dan karakterisasi hasil samping buangan biogas (slurry).

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Alat yang digunakan yaitu *Tire Pressure Monitoring System* (TPMS) untuk mengukur Tekanan dan Temperatur gas, mengukur pH awal dan akhir bahan isian dengan pH Meter, indikator uji nyala api dengan korek api dan karakterisasi hasil samping biogas dengan FTIR . Tipe reaktor digester tipe batch.

Hasil produksi biogas dari komposisi campuran serat ampas tebu dengan feses kerbau dipengaruhi oleh penambahan feses kerbau yang mana semakin banyak feses kerbau maka akan semakin banyak pula gas yang dihasilkan. Komposisi yang digunakan yaitu 100% AT, 100% FK, 50% AT : 50% FK, 40% AT : 60% FK dan 30% AT : 70% FK. Komposisi yang paling baik dalam memproduksi biogas yaitu komposisi 30%AT : 70%FK, kemudian komposisi 40%AT : 60%FK dan komposisi 50%AT : 50%FK. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara menggunakan EM-4 dan tanpa menggunakan EM-4. Pada proses produksi biogas dengan menggunakan biostarter EM-4 dan tanpa biostarter EM-4 yang paling baik dalam menghasilkan biogas berturut-turut yaitu 30%AT : 70%FK, 40%AT : 60%FK, 50%AT : 50%FK. Berdasarkan data hasil penelitian tersebut yang paling baik menghasilkan gas adalah yang menggunakan EM-4 dengan komposisi berturut-turut 30%AT : 70%FK, 40%AT : 60%FK, 50%AT : 50%FK. Hasil karakterisasi FTIR didapatkan gugus fungsi C=C dengan senyawa alkena dan N-H senyawa amina sekunder.

Kata Kunci: Ampas Tebu, Feses Kerbau, Biostarter EM-4, Kualitas Biogas.

Analysis of the Quality of Biogas and Slurry Produced from Several Compositions of Sugarcane bagasse and Buffalo Feses Using Biostarter EM-4

Muhammad Ari Zoni

ABSTRACT

Energy is one of the most important needs in life. The latest breakthroughs need to be made to overcome the energy crisis, one of which is biogas by utilizing waste. Waste that can be used is bagasse waste and buffalo fecal waste which has the potential to produce biogas. The problems raised from this study are about the role of EM-4 biostarter and buffalo feces on bagasse fiber with pH measuring meters, temperature, pressure, flame tests and characterization of biogas waste by-products (slurry).

The method used is an experimental method. The tools used are the Tire Pressure Monitoring System (TPMS) to measure gas pressure and temperature, measure the initial and final pH of the filling material with a pH meter, flame test indicators with matches and characterize biogas by-products with FTIR. Batch type digester reactor.

The production of biogas from a mixture of sugarcane bagasse fiber and buffalo dung is influenced by the addition of buffalo dung, where the more buffalo dung added, the more gas produced. The compositions used are 100% SB, 100% BD, 50% SB: 50% BD, 40% SB: 60% BD, and 30% SB: 70% BD. The most effective composition in biogas production is the composition of 30% SB: 70% BD, followed by the composition of 40% SB: 60% BD and the composition of 50% SB: 50% BD. Furthermore, a comparison is made between using EM-4 and not using EM-4. In the biogas production process using EM-4 biostarter and without EM-4 biostarter, the most effective in producing biogas successively are 30% SB: 70% BD, 40% SB: 60% BD, 50% SB: 50% BD. Based on the research data, the best gas production is achieved using EM-4 with compositions successively of 30% SB: 70% BD, 40% SB: 60% BD, 50% SB: 50% BD. The FTIR characterization results revealed the functional groups C=C with alkenes and N-H with secondary amine compounds.

Keywords: Sugarcane Bagasse, Buffalo Feces, Biostarter EM-4, Biogas Quality.

KATA PENGANTAR

Allhamdulillahirabbil Alamin, Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat limpahkan rahmat dan karunia-nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Kualitas Biogas dan Slurry yang dihasilkan dari Beberapa Komposisi Campuran Ampas Tebu dan Feses Kerbau dengan Menggunakan Biostarter EM-4”. Penulisan Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Sains pada program studi Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Pada proses penulisan skripsi ini tidak luput dari bantuan, bimbingan, arahan, dan motivasi dari orang-orang disekitar penulis. Penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan kepada yang terhormat:

1. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan motivasi, dukungan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
2. Ibu Prof. Dr. RatnaWulan, M.Si sebagai Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Ibu Dr. Riri Jonuarti, S.Pd., M.Si sebagai Dosen Pembahas yang telah memberikan saran, dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Alm. Dr. Ramli, S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu dari awal masuk perkuliahan;
5. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Bapak Prof.Dr.Asrizal,M.Si selaku Kepala Departemen Fisika FMIPA UNP;
7. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Jurusan Fisika yang telah membekali penulis selama mengikuti perkuliahan;

8. Staf Tata Usaha Jurusan Fisika FMIPA UNP yang telah banyak membantu penulis selama mengikuti perkuliahan dan penulisan skripsi ini;
9. Staf Laboran Fisika yang sudah banyak memberikan bantuan dan arahan selama perkuliahan;
10. Semua pihak yang telah membantu dalam perencanaan, pelaksanaan, dan penyusunan demi terselesaikannya skripsi ini;

Semoga bimbingan dan bantuan yang telah diberikan menjadi amal ibadah bagi Bapak, Ibu, Saudara/I serta mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis telah berupaya dengan maksimal dalam penulisan skripsi ini. Sebagai langkah penyempurnaan, penulis mengharapkan dengan segala kerendahan hati untuk kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Semoga bimbingan, dukungan, arahan, dan masukan yang diberikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Padang, 08 November 2023

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Q.S Al-baqarah ayat 286 *لا يكلف الله نفساً إلا وسعها* “**Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya...**”

Dengan segala rasa syukur kepada allah SWT dan pengharapan, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang Tua dan Keluarga Terkasih

Terima kasih atas doa, dukungan, kasih sayang, serta semangat yang selalu diberikan dalam setiap langkah penulis sehingga selalu kuat dan teguh dalam menyelesaikan skripsi ini.

2. Pembimbing Akademis

Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si, atas bimbingan, arahan, serta masukan yang berharga dalam penyusunan skripsi ini.

3. Rekan-rekan Sekampus

Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan inspirasi selama proses penulisan skripsi.

4. Pihak-pihak Lain yang Turut Serta dalam proses penyelesaian skripsi.

Terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang terlibat.

Segala kekurangan dalam penulisan ini mohon dimaafkan.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	9
C. Batasan Masalah	9
D. Rumusan Masalah.....	10
E. Tujuan Penelitian	10
F. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
A. Kualitas Biogas.....	12
B. Ampas Tebu	13
C. Feses Kerbau.....	16
D. Biogas	19
E. Proses Pembentukan Biogas	22
F. Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas.....	25
G. Standar mutu biogas.....	28
H. <i>Slurry</i>	31
I. <i>Fourier Transformed Infrared (FT-IR)</i>	32
J. Penelitian Relevan	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	35
A. Jenis Penelitian	35
B. Waktu dan Tempat Penelitian	35
C. Variabel Penelitian	35
D. Instrumen Penelitian	36

E. Prosedur Penelitian	44
G. Teknik Analisis Data	52
H. Diagram Alir Penelitian	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
A. Hasil Penelitian	55
B. Analisis Data.....	67
C. Pembahasan	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
A. KESIMPULAN.....	84
B. SARAN.....	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan Kimia Ampas Tebu	15
Tabel 2. Data Peternakan Kerbau Menurut Data Badan Statistik Sumatera Barat	16
Tabel 3. Komposisi Biogas Terhadap Kandungan Biogas yang Dihasilkan	20
Tabel 4. Konversi Energi Biogas dan Penggunaannya	21
Tabel 5. Variabel Penelitian.....	36
Tabel 6. Komposisi Feses Kerbau (KK) dan Ampas Tebu (AT) pada Biostarter EM-4	48
Tabel 7. Nilai pH Komposisi 100% AT dan 100% FK.....	55
Tabel 10. Data Pengukuran Tekanan Gas.....	58
Tabel 11. Data Pengukuran Temperatur Gas.....	59
Tabel 12. Data Pengukuran Temperatur Gas.....	60
Tabel 13. Data Pengukuran Temperatur Gas.....	61
Tabel 14. Data Uji Nyala.....	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Produksi Gula Indonesia (Juta Ton), 2017-2021	15
Gambar 2. Digester Tipe <i>Fixed Domed Plant</i>	29
Gambar 3. Digester Tipe <i>Floating Drum Plant</i>	30
Gambar 4. Tipe <i>Baloon Plant</i>	30
Gambar 5. Alat Karakterisasi FT-IR	33
Gambar 6. pH Meter	36
Gambar 7. Masker	37
Gambar 8. <i>Tire Pressure Monitoring System (TPMS)</i>	37
Gambar 9. Stopwatch	37
Gambar 10. Gelas Ukur.....	38
Gambar 11. Gelas Beaker.....	38
Gambar 12. Selang Gas.....	38
Gambar 13. Bor Listrik	39
Gambar 14. Timbangan Analitik.....	39
Gambar 15. Klem selang gas	39
Gambar 16. Selang air Bening	40
Gambar 17. Drum.....	40
Gambar 18. Kran Gas.....	40
Gambar 19. Corong.....	41
Gambar 20. Ember	41
Gambar 21. Botol Vial	41
Gambar 22. Sarung Tangan.....	42
Gambar 23. Alat Karakterisasi FTIR	42
Gambar 24. Serat Ampas Tebu.....	43
Gambar 25. Feses Kerbau	43
Gambar 26. EM-4.....	43
Gambar 27. Air.....	44
Gambar 28. Data Pengujian Gugus Fungsi (a) 50%AT:50%FK Tanpa Biostarter EM-4 (b) 50%AT:50%FK Menggunakan Biostarter EM-4	64

Gambar 29. Data Pengujian Karakterisasi Gugus Fungsi (a) 40%AT:60%FK Tanpa Menggunakan Biostarter EM-4(b) 40%AT:60%FK Menggunakan Biostarter EM-4	65
Gambar 30. Data Pengujian Gugus Fungsi (a) 30%AT:70%FK Tanpa Menggunakan Biostarter EM-4 (b) 30%AT:70%FK Menggunakan Biostarter EM-4	67
Gambar 31. Nilai Tekanan Gas Pada Setiap Minggu Tanpa dan Dengan Pemberian Biostarter EM-4 (a) Komposisi 50%AT:50% FK (b) Komposisi 40%AT:60% FK (c) Komposisi 30%AT:70%FK.....	70
Gambar 32. Nilai Tekanan Gas Dengan Prmberian Biostarter EM-4 pada Setiap Minggu Untuk Semua Komposisi.....	71
Gambar 33. Analisis Uji FT-IR Slurry pada Serat Ampas Tebu dan Feses Kerbau	74
Gambar 34. Karakterisasi Menggunakan Alat FT-IR Dengan Bahan Slurry pada Komposisi 50%AT:50%FS Tanpa dan Menggunakan Biostarter EM-4.	75
Gambar 35. Karakterisasi Menggunakan Alat FT-IR Dengan Bahan Slurry pada Komposisi 40%AT:60%FK Tanpa dan Menggunakan Biostarter EM-4	76
Gambar 36. Karakterisasi Menggunakan Alat FT-IR Dengan Bahan Slurry pada Komposisi 30%AT:70%FK Tanpa dan Menggunakan Biostarter EM-4	77
Gambar 37. Data Pembanding pada Hasil Penelitian Karakterisasi FTIR Slurry.	78

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupannya. Bahan bakar minyak (BBM) memegang posisi yang sangat dominan dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional. Komposisi konsumsi energi nasional saat ini adalah BBM : 52,50%; Gas : 19,04%; Batubara : 21,52%; Air : 3,73%; Panas Bumi : 3,01%; dan Energi Baru: 0,2%. Kondisi demikian terjadi sebagai akibat dari kebijakan subsidi masa lalu terhadap bahan bakar minyak dalam upaya memacu percepatan pertumbuhan ekonomi. Selama ini bahan bakar minyak di Indonesia masih disubsidi oleh negara (melalui APBN), sehingga menjadi beban yang sangat berat bagi pemerintah. Untuk mengurangi beban subsidi tersebut pemerintah berusaha mengurangi ketergantungan kepada energi bahan bakar minyak, dengan mencari dan mengembangkan sumber energi lain yang murah dan mudah didapat. Harus disadari bahwa saat ini Indonesia telah mengimpor minyak mentah maupun BBM untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri. Hingga saat ini sumber energi minyak bumi masih menjadi sumber energi utama di dalam penggunaannya terutama dalam bidang kelistrikan, industri dan transportasi. (Kholiq, 2012)

Banyak sumber daya energi yang bisa dimanfaatkan, seperti minyak dan gas bumi, panas bumi, batubara, gambut, energi air, biogas, biomassa, matahari, angin, gelombang laut dan lain-lain. Meskipun demikian, saat ini konsumsi energi domestik masih bergantung pada sumber daya energi minyak bumi. Oleh karena itu, untuk mengatasi krisis energi, perlu dilakukan diversifikasi energi dengan mengembangkan sumber energi alternatif. Potensi sumber daya energi tersebar di seluruh daerah di Indonesia sesuai dengan karakteristik dan kondisi geologinya. Jika sumber daya alam yang bisa digunakan sebagai sumber energi dikelola dengan baik, maka krisis energi di Indonesia dapat terselesaikan dengan cepat.

Pada dekade 1970-an, konsep energi terbarukan diperkenalkan sebagai alternatif pengembangan energi nuklir dan fosil. Menurut Undang-Undang Nomor 30 Pasal 1 Tahun 2007 tentang Energi, energi terbarukan berasal dari sumber energi yang selalu tersedia di alam dalam jumlah yang besar dan tidak merugikan lingkungan. Sumber energi terbarukan meliputi panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran udara, dan perbedaan suhu lapisan laut yang dapat dihasilkan secara berkelanjutan jika dikelola dengan baik. Meskipun demikian, kekurangan sosialisasi dari pemerintah merupakan salah satu faktor sulitnya energi terbarukan untuk diterapkan di masyarakat. Penggunaan sumber energi terbarukan sangat penting untuk mempertahankan hidup manusia di Bumi, dan salah satu bentuk energi terbarukan adalah biodigester yang membantu menjaga kelestarian lingkungan. (Suci Prihatiningtyas, S.Si., M.Pd & dkk, 2019).

Walaupun potensi sumber daya energi terbarukan terus dikembangkan, nyatanya masih terjadi krisis energi dan kelangkaan bahan bakar. Sumber daya energi minyak bumi yang selama ini banyak digunakan akan habis dan keterbatasannya semakin nyata. Selain itu, permintaan terhadap sumber daya energi ini juga semakin meningkat dan menyebabkan harganya naik. Demikian juga dengan kebutuhan energi seperti listrik dan bahan bakar mesin yang terus bertambah akibat pertumbuhan populasi dan kebutuhan hidup manusia. Karena itu, perlu dilakukan pengembangan sumber energi terbarukan untuk mengatasi krisis energi dan harga minyak bumi yang terus naik. Pemanfaatan sumber energi terbarukan sangat penting bagi pemenuhan kebutuhan energi nasional, karena bahan bakar minyak berada dalam posisi strategis dalam memenuhi kebutuhan tersebut.

Menurut (Buchori dan Anggoro, 2010) menyatakan bahwa kebutuhan energi yang terus meningkat dan juga masih tingginya ketergantungan akan energi fosil untuk menunjang pertumbuhan ekonomi mendorong pemerintah Indonesia untuk meningkatkan bauran energi baru terbarukan (EBT) pada kisaran 15% pada 2025 dalam pemenuhan energi nasional. Salah satu sumber energi terbarukan yang potensial untuk

dikembangkan dan mudah secara teknologi adalah biogas dimana dapat diproduksi dari berbagai sumber organik. Pemanfaatan biogas juga cukup fleksibel karena dapat digunakan langsung misal untuk memasak ataupun dikonversi menjadi listrik melalui generator.(Zuliyana, 2015).

Biogas merupakan salah satu bentuk bioenergi yang dihasilkan dari proses biologi fermentasi yang dilakukan oleh *mikroorganisme* dalam kondisi anaerob. Secara umum gas yang dihasilkan memiliki komposisi 55 - 65% CH₄, 35 - 45% CO₂, 0 - 3% N₂ dan sedikit H₂S. Biogas merupakan bahan bakar yang mengandung nilai kalori yang cukup tinggi, yaitu 4500 - 6300 kkal/ m³. Volume biogas 1 m³ setara dengan 0,8 liter bensin, 0,52 liter solar, 0,62 liter minyak tanah, 0,46 kg elpiji dan 3,5 kg kayu bakar. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH₄). Nilai kalori CH₄ relatif tinggi sebesar 9000 kkal/m³. Gas CH₄ dikenal luas sebagai bahan baku ramah lingkungan, karena dapat terbakar sempurna sehingga tidak menghasilkan asap yang berpengaruh buruk terhadap kualitas udara.(Retno L et al., 2012)

Menurut penelitian Nola (2019) hasil pengukuran volume gas campuran kotoran kerbau dengan limbah daun bawang merah didalam digester (galon) bisa memberikan nutrisi bagi bakteri untuk penghasil biogas. Volume biogas yang dihasilkan dari campuran kotoran kerbau dan limbah daun bawang merah menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan kotoran kerbau saja tanpa ada penambahan bahan organik lainnya. Populasi bakteri akan meningkat, apabila aktivitas bakteri untuk menghasilkan gas metan dengan komposisi yang lebih besar juga mengalami peningkatan. Termasuk juga disini ketika populasi bakteri non metanogen meningkat maka produksi dari biogas juga ikut meningkat.(Lepiana, 2021).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Lestari, dkk (2010) Pada penelitian ini limbah cair tahu diteliti untuk diolah menjadi bahan biogas yang dicampur dengan kotoran kuda sebagai starter. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi feses kuda dan limbah cair tahu yang digunakan untuk pembuatan biogas. Variasi percobaan terdiri dari perbandingan komposisi kuda dan limbah cairan tahu (KK :

LCT) , yaitu 50% : 50%; 60% : 40%; 70% : 30%; dan 80% : 20%. Produksi biogas optimum yang diperoleh pada perbandingan KK : LCT; 60% : 40% adalah 19018,4 mL.

Sejak enam dekade, produksi biogas dari limbah dan residu organik dengan metode digester anaerobik sudah banyak dikembangkan baik secara eksperimental maupun teoritis. Limbah lignoselulosa, seperti ampas tebu, yang berasal dari industri gula dan pertanian bisa dimanfaatkan untuk produksi biogas. (Marek, dkk 2014). Biogas tidak hanya menjadi sumber energi terbarukan, tetapi juga dapat membantu mengurangi sampah lingkungan. Contohnya adalah ampas tebu dari hasil pembuatan saka atau gula tebu maupun hasil jualan air tebu murni. Jika tidak ada upaya untuk memanfaatkan sampah tersebut, maka akan berdampak negatif pada lingkungan sekitarnya.(Aldi Budi Riyanta, 2017). Untuk mengatasi masalah lingkungan yang disebabkan oleh sampah, dilakukan upaya dengan cara membersihkan lingkungan dan memanfaatkan sampah tersebut untuk produksi biogas. Ampas tebu sebagai salah satu jenis limbah organik, dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas dengan bantuan mikroorganisme anaerob. Proses pembuatan biogas ini adalah proses mikrobiologi yang memerlukan unsur karbon sebagai sumber energi dan unsur nitrogen untuk membantu hidup dan pertumbuhan mikroorganisme. Hasil dari proses ini adalah gas metan dan CO₂ yang berasal dari asam lemak volatil.(Saputra et al., 2010).

Komposisi gas yang dihasilkan dari produksi biogas akan mengalami variasi tergantung pada proses anaerobik yang terjadi. Gas yang dihasilkan dari tempat pembuangan sampah (TPA) memiliki konsentrasi metana sekitar 50%, sementara sistem pengolahan biogas dapat menghasilkan konsentrasi metana antara 55% hingga 75% (CH₄). Apabila biogas menjalani proses pembersihan dari kontaminasi dengan baik, maka gas tersebut akan memiliki karakteristik yang serupa dengan gas alam.

Limbah biomassa/biogas padat dari sektor kehutanan, pertanian, dan perkebunan adalah limbah pertama yang paling berpotensi dibandingkan misalnya limbah padi, jagung, ubi kayu, kelapa, kelapa sawit dan tebu. Besarnya potensi limbah biomassa padat di seluruh Indonesia adalah 49.807,43 MW. Dengan pematangan teknologi budidaya tanaman, di mungkinkan pengembangan hutan energi untuk pengadaan biomassa sesuai dengan kebutuhan dalam jumlah yang banyak dan berkelanjutan. Selain limbah biomassa padat, energi biogas bisa dihasilkan dari limbah kotoran hewan, misalnya kotoran sapi, kerbau, kuda, dan babi juga dijumpai di seluruh provinsi Indonesia dengan kuantitas yang berbeda-beda. Pemanfaatan energi biomassa dan biogas di seluruh Indonesia sekitar 167,7MW yang berasal dari limbah tebu dan biogas sebesar 9,26 MW yang dihasilkan dari proses gasifikasi. Biaya investasi biomassa adalah berkisar 900 dollar/kW sampai 1.400 dollar/kW dan biaya energinya adalah Rp 75/kW-Rp 250/kW.(Kholiq, 2012).

Industri gula mengalami pertumbuhan yang pesat di Indonesia karena permintaan gula masyarakat yang terus meningkat. Ini adalah industri pertanian yang mengubah bahan baku menjadi produk bernilai ekonomi tinggi. Namun, industri ini juga menghasilkan limbah, seperti limbah padat, cair dan gas buang. Salah satu proses dalam industri gula adalah pengolahan tebu. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa budidaya tebu memainkan peran penting dalam pencemaran lingkungan. Ini karena tahap budidaya tebu memiliki 5 proses kegiatan, seperti pengolahan tanah, penanaman bibit, pemeliharaan tebu, panen dan pengangkutan tebu, dan pembakaran terbuka. Kelima proses ini membutuhkan energi untuk mengolah tanah dengan menggunakan traktor. Setelah itu memerlukan pestisida serta herbisida dalam proses pemeliharaan tebu dimana dalam pemberian pupuk pada proses budidaya tebu berpotensi memunculkan emisi, baik terhadap udara, badan air (air permukaan), maupun tanah (asidifikasi tanah) dan pembakaran lahan tebu untuk menghilangkan sisa tebu pasca panen, sehingga menghasilkan emisi

berupa CO₂, N₂O, CO, CH₄, NH₂⁺, NO₃⁻, NH₃, SO₂ dan PO₄³⁻ debu, Phosphat dan VOC (*Volatile Organics Carbons*). (Lolo et al., 2022)

Emisi yang dihasilkan dalam proses budidaya tebu dan industri gula memiliki dampak serius terhadap pemanasan global. Oleh karena itu, perlu ada tindakan untuk mengendalikan emisi tersebut agar tidak memperburuk situasi pencemaran lingkungan, seperti pencemaran udara, tanah, dan air. Ini sejalan dengan laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* yang membahas tentang dampak pemanasan global 1,5 derajat Celcius pada manusia, pangan, ekosistem, dan lainnya. Untuk menghindari dampak tersebut, perlu dibatasi kenaikan temperatur sebanyak 1,5 derajat Celcius di atas temperatur rata-rata sebelum masa pra-industri. Dengan besarnya dampak dari limbah ampas tebu, sangat penting untuk melakukan tahapan sanitasi lingkungan dan pengolahan limbah dengan bijak agar tidak hanya menjaga lingkungan tetap bersih, namun juga memiliki dampak positif bagi kebutuhan masyarakat.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan sampah ampas tebu untuk keperluan penyediaan energi baru terbarukan yang masih menjadi krisis di Indonesia yang sampai saat masih belum terselesaikan. Berbagai penelitian telah dilakukan dan dapat membuktikan bahwa ampas tebu dapat dijadikan sebagai bahan campuran isian digester untuk menghasilkan biogas, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Saputra et al., 2010). Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa ampas tebu merupakan limbah pertanian yang kaya unsur C dengan rasio C/N 150. Ampas tebu memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi dan daya cerna yang rendah sehingga tidak baik dan kurang berpotensi jika dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Utomo et al., 1985; Soejono et al., 1985). Bagasse sangat potensial digunakan sebagai bahan isian digester untuk menghasilkan biogas.

Selain ampas tebu, yang bisa digunakan untuk menghasilkan biogas yaitu feses hewan ternak. Ampas tebu memiliki beberapa kekurangan yang dijelaskan oleh (Dr. John Bielenberg, 2012) diantaranya ;

1. Kandungan Serat Tinggi: Ampas tebu mengandung serat yang tinggi, khususnya selulosa, yang sulit diurai oleh mikroorganisme selama proses fermentasi. Hal ini dapat menghambat produksi biogas karena serat memerlukan waktu lebih lama untuk terurai.
2. Rasio C/N yang Rendah: Ampas tebu cenderung memiliki rasio C/N (Carbon/Nitrogen) yang rendah. Rasio ini dapat mempengaruhi proses fermentasi karena mikroorganisme memerlukan proporsi yang seimbang dari karbon dan nitrogen untuk efisiensi yang optimal.

Dengan kekurangan yang dimiliki oleh ampas tebu dalam produksi biogas maka perlu dilakukan penambahan bahan isian sebagai bahan pencampur untuk proses percepatan produksi biogas. Salah satu bahan pencampur bahan isian yang bisa digunakan yaitu feses kerbau. Feses yang bisa di gunakan yaitu feses kerbau karna feses kerbau cukup baik dalam menghasilkan metana (CH_4). Feses kerbau tidak hanya bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas, tetapi juga dapat menjadi bahan campuran. Namun, perlu tindakan yang tepat untuk memanfaatkan feses kerbau sebagai sumber biogas. Penggunaan yang tepat dari feses kerbau dapat membantu manusia dan melindungi lingkungan. Jika limbah ternak dibuang secara langsung ke lingkungan tanpa diolah, hal ini dapat menyebabkan polusi udara, air, dan tanah. Beberapa gas yang dihasilkan dari limbah ternak, seperti *ammonium*, *hydrogen sulfide*, CO_2 , dan CH_4 , bukan hanya merupakan gas rumah kaca, tetapi juga menimbulkan bau tidak sedap dan merugikan kesehatan manusia. Limbah ternak juga dapat memperlemah kualitas tanah dan menyebabkan polusi tanah. Pada air, bakteri patogenik seperti *Salmonella sp* yang berasal dari limbah ternak dapat mengkontaminasi lingkungan perairan.

Dalam meningkatkan proses pembakaran, bahan baku yang dapat ditambahkan adalah kotoran ternak, salah satunya kotoran kerbau. Volume gas yang dihasilkan dari kotoran kerbau melalui proses di digester dapat memberikan nutrisi bagi bakteri untuk memproduksi biogas. Seperti yang ditemukan oleh Haryati (2006), produksi biogas dari kotoran kerbau dapat mencapai sekitar 0,023 hingga 0,040 m^3 per kg. Gas metan (CH_4) yang

dihasilkan sekitar 60-70% dapat dibakar untuk menghasilkan biogas sekitar 252 kkal/0,028 m³ atau 1000 British Thermal Unit/ft³. Dalam upaya mempertahankan lingkungan yang bersih, produksi biogas merupakan alternatif yang sangat baik untuk mengurangi masalah sampah dan energi. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang energi biogas dan membantu dalam usaha meminimalisir sampah ampas tebu.

Hasil samping produksi biogas juga perlu dikelola agar tidak menimbulkan sampah baru yang dapat menjadi polusi lingkungan. Salah satu solusi yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan ampas hasil produksi biogas tersebut. Ampas tersebut disebut *slurry* dalam bentuk pupuk yang berbentuk lumpur hasil sampah dari produksi biogas. Slurry biogas adalah limbah dari proses ekstraksi gas metan yang terdiri dari campuran kotoran hewan, limbah pertanian, dan air yang telah mengalami proses anaerobik di dalam tabung reaktor. Meskipun selama ini *slurry* biogas belum dimanfaatkan secara optimal dan dianggap sebagai zat pencemar lingkungan, namun sebenarnya *slurry* biogas mengandung unsur hara yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dan perbaikan kesuburan tanah. Oleh karena itu, *slurry* biogas seharusnya dapat dimanfaatkan secara lebih efektif dan bertanggung jawab (Purnama, 2021). Pupuk *bioslurry* merupakan salah satu jenis pupuk organik yang berasal dari produk akhir pengolahan limbah biogas yang berbentuk lumpur. Pupuk *bioslurry* kaya akan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, kalium, belerang, dan unsur mikro lainnya. Selain itu, pupuk *bioslurry* juga mengandung humus yang merupakan bahan organik yang stabil dan memberikan manfaat dalam meningkatkan kesuburan tanah. (Fadilah, 2019). Hasil penelitian terhadap lama waktu fermentasi untuk pupuk cair yang baik adalah 21 hari dengan sumber karbon yang berasal dari tetes tebu dengan hasil analisa yang didapatkan adalah Nitrogen 3,745%. (Fadilah, 2019).

Hasil dari sampah produksi biogas perlu di lakukan karakterisasi untuk menentukan gugus fungsi yang terkandung dalam pupuk *slurry* tersebut. Alat karakterisasi yang digunakan yaitu *Fourier Transformed*

Infrared (FTIR). FTIR berfungsi untuk mendeteksi gugs fungsi, mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran dari sampel yang dianalisis tanpa merusak sampel.

Dari uraian di atas maka di lakukan penelitian yang berjudul **“Analisis Kualitas Biogas dan *Slurry* yang Dihasilkan Dari Beberapa Komposisi Campuran Ampas Tebu dan Feses Kerbau Dengan Menggunakan Biostarter EM-4”**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka didapatkan beberapa identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Penggunaan energi terutama penggunaan bahan bakar berupa gas sudah semakin meningkat di Indonesia sehingga menyebabkan kelangkaan persediaan bahan bakar tersebut.
2. Limbah ampas tebu jika dibiarkan secara terus menerus tanpa diolah akan mencemari lingkungan dan menimbulkan bau yang tidak sedap.
3. Feses kerbau dengan jumlah populasi yang banyak akan menghasilkan limbah yang cukup banyak pula, baik limbah tersebut berbentuk padat maupun cair. Feses kerbau dengan jumlah yang banyak tersebut jika tidak dimanfaatkan dengan bijak dapat menimbulkan permasalahan pencemaran lingkungan dan pemanasan global (*global warming*).
4. Hasil buangan biogas berupa *slurry* dapat mencemari lingkungan karena bau yang tidak sedap sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair (POC) yang bebas dari zat kimia.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah maka perlu membatasi masalah dalam penelitian ini. Batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bahan serat ampas tebu yang digunakan berasal dari perkebunan tebu di Puncak Lawang Bukittinggi.

2. Bahan feses kerbau yang digunakan berasal dari peternak kerbau Kelurahan Air Pacah, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang.
3. Parameter ukur pada penelitian yaitu pH awal sebelum bahan campuran dimasukkan ke dalam digester, pH akhir sesudah terhentinya proses pembentukan gas, temperatur gas dan tekanan gas yang terdapat di dalam alat penampung gas, lama uji nyala api yang dihasilkan setelah proses pembentukan selama 4 minggu atau 28 hari.
4. Pengujian karakterisasi untuk menentukan gugus fungsi pupuk cair dilakukan menggunakan alat FT-IR (*Fourier Transformation Infra Red*) dengan sampel berbentuk *slurry*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh komposisi campuran serat ampas tebu dan feses kerbau dengan penambahan biostarter EM-4 dan tanpa biostarter EM-4 terhadap kualitas biogas?
2. Bagaimana pengaruh komposisi campuran serat ampas tebu dan feses kerbau dengan penambahan Biostarter EM-4 dan tanpa Biostarter EM-4 terhadap gugus fungsi *slurry*?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran serat ampas tebu dan feses kerbau dengan penambahan biostarter EM-4 dan tanpa biostarter EM-4 terhadap kualitas biogas.
2. Untuk mengetahui gugus fungsi pada pupuk *slurry* dari hasil samping produksi biogas campuran ampas tebu dan feses kerbau dengan penambahan Biostarter EM-4 dan tanpa Biostarter EM-4.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1) dan pengembangan diri dalam kajian Fisika.
2. Bagi kelompok kajian Material dan Biofisika, sebagai perkembangan pengetahuan mengenai pemanfaatan ampas tebu dan feses kerbau yang dapat dimanfaatkan sebagai energi terbarukan salah satunya dalam bentuk biogas.
3. Bagi peneliti lain, sebagai referensi dalam pengetahuan selanjutnya.
4. Bagi pembaca, dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai dalam pemanfaatn limbah ampas tebu dan limbah feses kerbau yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan dalam bentuk biogas.