

STUDI PERENCANAAN ENERGI BIOGAS DARI LIMBAH DAUN DAN KOTORAN SAPI SEBAGAI ALTERNATIF UNTUK BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK DI UNIVERSITAS SAM RATULANGI

Ivan Geofani Liaha¹⁾, Glanny Mangindaan²⁾, Novi Tulung³⁾

Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

ivanliaha023@student.unsrat.ac.id, mangindaan@gmail.com, novi.tulung@unsrat.ac.id

I. PENDAHULUAN

Abstract- With the increasing population and increasing people's energy consumption, the use of various electronic devices supports daily comfort. The energy sources currently used mostly come from fossil fuels such as coal, petroleum, natural gas, etc. Biogas is a type of renewable energy. Biogas is a gas produced by the anaerobic action or fermentation of organic materials, including municipal waste, biodegradable waste, or any organic waste that can biodegrade under anaerobic conditions. The main contents of biogas are methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂). Based on Presidential Decree no. 5/2006 concerning national energy policy. One renewable energy that has great potential in Indonesia is biogas. Therefore, various experiments must be carried out in utilizing biogas energy, one of which is the possibility of utilizing biogas energy obtained from cow dung waste through biogas technology. (Vries, P.D; 2009).

Keywords: Biogas, renewable energy sam ratulangi university

Abstrak— Dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya konsumsi energi masyarakat, penggunaan berbagai perangkat elektronik menunjang kenyamanan sehari-hari. Sumber energi yang digunakan saat ini sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, gas alam, dan lain-lain. Biogas merupakan salah satu jenis energi terbarukan. Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh tindakan anaerobik atau fermentasi bahan organik, termasuk sampah kota, sampah yang dapat terurai secara hayati, atau sampah organik apa pun yang dapat terurai secara hayati dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama biogas adalah metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂). Berdasarkan Keputusan Presiden No. 5/2006 tentang kebijakan energi nasional. Salah satu energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah biogas. Oleh karena itu, berbagai percobaan harus dilakukan dalam pemanfaatan energi biogas, salah satunya adalah kemungkinan pemanfaatan energi biogas yang diperoleh dari limbah kotoran sapi melalui teknologi biogas. (Vries, P.D; 2009).

Kata Kunci : Biogas, Energi Terbarukan, Universitas Sam Ratulangi

Seiring bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya konsumsi energi masyarakat, maka kebutuhan akan ketersediaan energi juga meningkat, hal ini disebabkan oleh penggunaan berbagai perangkat elektronik yang menunjang kenyamanan sehari-hari. Energi yang digunakan saat ini terutama berasal dari bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, gas alam dan lain-lain. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang membutuhkan waktu lama untuk terbentuk dan dapat dikatakan sebagai sumber energi yang tidak terbarukan. Energi terbarukan adalah energi yang diperoleh dari panas matahari, air, angin, panas bumi, gelombang laut, dan biomassa. Keunggulan energi terbarukan adalah ramah lingkungan dan melimpah di alam. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah biogas.

Biogas merupakan sumber energi terbarukan. Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh aksi anaerobik atau fermentasi bahan organik, termasuk sampah kota, sampah biodegradable, atau sampah organik apa pun yang terurai dalam kondisi anaerobik. Komponen utama biogas adalah metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂). Sesuai Keputusan Presiden Nomor 1. 5/2006 tentang kebijakan energi nasional. Kebijakan ini menekankan pada upaya mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan energi minyak bumi. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah biogas. Oleh karena itu, perlu dilakukan berbagai percobaan pemanfaatan energi biogas. Salah satu kemungkinan pemanfaatan biogas adalah ekstraksi biogas dari kotoran sapi dengan menggunakan teknologi biogas. (Vries, P.D; 2009).

A. Landasan Teori

1. Perkembangan Teknologi Biogas di Indonesia

Salah satu bahan bakar alternatif yang saat ini sedang dikembangkan di Indonesia adalah biogas. Biogas adalah gas yang dihasilkan melalui proses anaerobik dimana molekul karbon kompleks dalam bahan organik dipecah menjadi molekul yang lebih sederhana, termasuk CH₄ dan CO₂ (Omer, 2007).

Di Indonesia, pemanfaatan energi biogas masih terbatas pada memasak dengan bahan bakar kompor. Dengan memanfaatkan biogas untuk kebutuhan dalam negeri, sebagian

masyarakat Indonesia sudah mampu membangun reaktor biogas sendiri dalam skala kecil. Reaktor biogas kecil (biodigester) biasanya terbuat dari plastik atau tong. Bahan Baku biogas diperoleh dari kotoran sapi, jumlah sapi bervariasi antara 3-5 ekor dan skalanya kecil.

2. Pengertian Limbah

Limbah pada dasarnya adalah suatu bahan yang dibuang atau sengaja dibuang dari sesuatu yang mempunyai nilai ekonomi bahkan mungkin mempunyai nilai ekonomi negatif.

3. Pengertian Biomassa

Biomassa umumnya merupakan bahan yang dapat diperoleh baik langsung maupun tidak langsung dari tumbuhan dan dapat digunakan dalam jumlah besar sebagai energi atau bahan bakar. Tidak langsung adalah produk yang diperoleh melalui peternakan dan industri pangan. Biomassa juga disebut "fitomassa" dan sering diterjemahkan sebagai sumber daya hayati atau sumber daya yang berasal dari kehidupan.

4. Digester

Di Indonesia, biogas sendiri merupakan bahan bakar yang dapat dimanfaatkan karena banyaknya sumber daya alam berupa bahan organik berupa dedaunan, kotoran hewan, dan kotoran manusia yang sangat kaya. Produksi biogas dapat maksimal jika bakteri pembusuk beroperasi dalam kondisi bebas oksigen atau bersifat anaerobik.

Terdapat 3 kelompok bakteri dalam proses penguraian kotoran, yaitu:

1. Sekelompok bakteri fermentasi, streptokokus, bakterioda dan beberapa jenis enterobakteri.
2. Kelompok bakteri asetogenik yaitu desulfobivrio.
3. Kelompok methanobacteria adalah jenis methanobacteria, methanobacillus, methanosauria, methanococcus

Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat proses pembangunan biodigester yaitu:

Kondisi abiotik harus benar-benar anaerobik. Ketika udara beroksigen memasuki tungku, hal ini mengurangi produksi metana. Pasalnya, bakteri cenderung memakan oksigen yang masuk dan terus bekerja memakan sampah organik dari boiler. Kondisi temperature yang stabil sama juga ideal untuk digester pada umumnya di indonesia rata – rata 20-30 derajat celcius..

Untuk menghasilkan biogas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar diperlukan suatu alat yang disebut digester. Biogas pada digester akan terbentuk pada hari ke 4-5 dan mencapai puncaknya pada hari ke 15-20. Produksi biogas rata-rata mengandung 55% gas metana yang merupakan bahan utama biogas.

5. Jenis-jenis Reaktor Biogas (Digester)

Reaktor biogas (digester) di Indonesia sudah dikembangkan di berbagai daerah. Adapun pada prinsipnya terdapat empat tipe digester yang dikembangkan yaitu sebagai berikut:

- Tipe kubah (*fixed dome*) terbuat dari batu bata/beton
- Tipe silinder (*floating drum*) terbuat dari tong/drum/plastic.
- Tipe plastik terbuat dari plastic (*reaktor balon*).
- Tipe *fiberglass*

6. Proses Pembentukan Biogas

Ada tiga proses pembentukan biogas, dari pengolahan bahan organik dengan bantuan mikroorganisme anaerob hingga menjadi biogas, yaitu proses hidrolisis, pengasaman (asidifikasi), dan metanogenesis.

▪ Hidrolisis

Hidrolisis merupakan proses utama dan langkah awal dari proses fermentasi. Tahap ini merupakan penguraian bahan organik menjadi senyawa sederhana dengan senyawa kompleks yang mudah larut seperti lemak, protein, dan karbohidrat. Hidrolisis juga dapat diartikan sebagai perubahan struktur dari bentuk polimer menjadi monomer. Senyawa yang dihasilkan pada proses hidrolisis antara lain asam organik, glukosa, etanol, CO₂ dan senyawa hidrokarbon lainnya.

▪ Pengasaman (Asidifikasi)

Proses selanjutnya adalah pengasaman atau pengasaman. Pada tahap ini mikroorganisme memanfaatkan senyawa yang terbentuk pada tahap hidrolisis sebagai sumber energi untuk tahap selanjutnya yaitu pengasaman atau pengasaman. Pada tahap ini bakteri menghasilkan senyawa asam organik seperti asam asetat, asam propionat, asam butirat, dan asam laktat, serta produk samping berupa alkohol, CO₂, hidrogen, dan zat amonia.

▪ Metanogenesis

Tahap ketiga adalah proses metanogenesis. Bakteri metanogenik seperti Methanococcus, Methanosarcina dan Methanobacterium mengubah produk samping dari fase pengasaman menjadi gas metana, karbon dioksida dan air, yang merupakan komponen biogas. Berikut reaksi dekomposisi yang dapat terjadi pada tahap metanogenesis.

7. Konversi Biogas Menjadi Listrik

Energi biogas merupakan energi yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan di Indonesia dan belahan dunia lainnya. Selain itu, dengan terus meningkatnya tarif dasar listrik, kenaikan harga LPG, Premium, Minyak Tanah, Minyak Solar, Minyak Solar dan Bahan Bakar Minyak mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang murah, tahan lama dan berkelanjutan ramah lingkungan (Nurhasanahet al 2006). Konversi energi biogas menjadi produksi listrik dapat dilakukan dengan turbin gas, mikroturbin, dan mesin Otto Cycle..

Tabel Konversi Energi Gas Metana Menjadi Energi Listrik

Jenis Energy	Setara
1kg Gas Metana	$6,13 \times 10^7 J$
1kWh	$3,6 \times 10^7 J$
1m ³ gas metana massa jenis metana adalah 0,656 kg/m ³	$4,0213 \times 10^7 J$
1m ³ gas metana	11,17 kWh

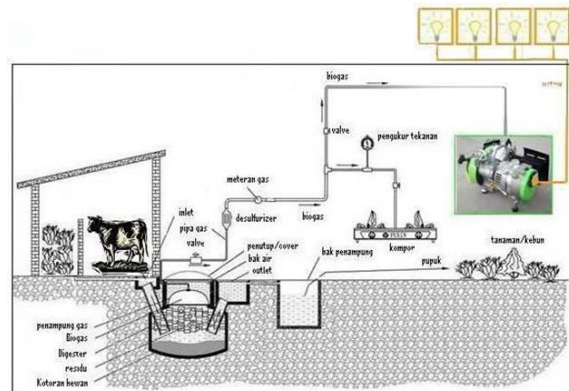
Sumber : Renewable Energy Conversion, Transmision and Storage, Bent Sorensen (2017)

8. Pembangkit Listrik Tenaga Biogas

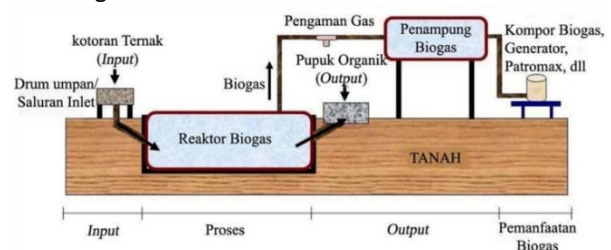
Tahap pertama adalah masuknya sampah organik padat (pupuk, kotoran) yang diangkat dengan conveyor menuju tempat sampah, sampah cair yang masuk terlebih dahulu ke tangki utama, kemudian sampah tersebut tercampur di tangki utama, setelah itu tercampur, suhu panas (kadang – kadang dingin), memerlukan suhu yang ideal. Wadah penyimpanan biasanya mempunyai kapasitas 2-3 hari. Limbah padat juga dapat dituangkan ke dalam tangki untuk dicampur atau diarahkan ke pencernaan melalui saringan pengisi. Selanjutnya sampah organik cair dipompa dari tempat penyulingan sampah organik cair menuju pembangkit listrik tenaga biogas dengan menggunakan pompa atau pipa, stasiun pemompaan limbah (SPS) dipisahkan dari titik didihnya. Biomassa (pupuk, efluen atau air limbah hasil penyulingan) dikirim dari tangki pencampur dan mixer ke Digester (reaktor organik). Wadah reaktor organik harus terbuat dari beton tahan asam dan gas. Termoreaktor dipisahkan dengan pemisahan termal, yang terjadi tergantung pada lokasi pembangkit listrik tenaga biogas dan kondisi iklim, bahkan di dalam reaktor suhu memainkan peran penting, menjadi di atas yang disebut dengan suhu mesofilik (+30 -41°C), dalam beberapa kasus digunakan suhu termofilik (sekitar 55°C). Kemudian, biomassa dicampur dalam reaktor, yang dilakukan melalui beberapa cara berbeda dan bergantung pada jenis bahan baku yang digunakan,

kelembapan, dan sifat lainnya. Pencampuran ini biasanya dilakukan dengan menggunakan tilting mixer, jenis mixer “giant paddle” atau submersible mixer, semua jenis mixer terbuat dari bahan stainless steel, bahkan mixer tersebut bisa berupa mesin hidrolik, namun banyak jenis bakteri yang dapat masuk ke dalamnya. Campuran biomassa ke dalam mixer melalui liner pompa. Pemanasan pencernaan dilakukan dengan air panas yang suhu masuknya kira-kira 60°C dan suhu keluarnya kira-kira 40°C. Sistem pemanas disalurkan melalui jaringan pipa, yang dapat dipasang langsung pada dinding reaktor atau dipasang pada bagian dalam dinding boiler. Jika pembangkit listrik tenaga biogas memiliki unit kogenerasi, maka boiler dapat dipanaskan dengan generator pendingin air, suhu generator pendingin air adalah 90 °C, dan sebelumnya panas didistribusikan ke pembangkit listrik. Sistem pemanas reaktor, panas ini dicampur dengan air bersuhu 40°C, sehingga sistem pemanas menerima air bersuhu 60°C. Air yang sebelumnya digunakan dapat dikembalikan dan digunakan kembali. Di musim dingin, pembangkit listrik tenaga biogas memerlukan 70% panas dari peralatan pendingin generator dan 10% di musim panas. Jika pembangkit listrik tenaga biogas hanya digunakan untuk produksi gas, maka air panas dapat diambil dari boiler.

Gambar Skematik PLT Biogas



Rata-rata penyimpanan biomassa dalam bioreaktor (tergantung bahan yang digunakan) mencapai 20-40 hari, selama waktu tersebut mikroorganisme memetabolisme (mengedit) bahan organik, pakan ternak jagung disimpan selama 70-160 hari. waktu penyimpanan ditetapkan dari ukuran digester



Gambar Proses Biogas

II. Data

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Universitas Sam Rantulang Fakultas FMIPA. Lokasi tersebut dipilih karena lingkungannya yang luas. Universitas Sam Ratulang dipilih sebagai tempat penelitian karena di kawasan tersebut terdapat banyak pepohonan yang sangat melimpah sehingga banyak menghasilkan serasah daun dan juga dekat dengan lokasi penelitian. Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, yaitu dari Juli 2023 hingga Oktober 2023. Waktu tersebut digunakan untuk segala hal mulai dari proses digester hingga akuisisi data dan lainnya.

FMIPA menggunakan digester fiber glass tetap dengan volume 650 liter sebagai boiler biogas. Bahan baku yang akan diolah menjadi biogas adalah salah satu jenis sampah organik yang ditambahkan kotoran sapi di Universitas Sam Ratulang. Pada pengolahan biogas, bahan baku sampah organik dicampur dengan air yaitu dengan perbandingan 1:1:2,5. Pada awal dimulainya pengolahan biogas FMIPA, waktu penyimpanan sampah organik mentah yang dicampur air adalah 2 minggu.

2. Data – Data Yang Diperlukan

Dalam melaksanakan penelitian ini diperlukan data – data, yaitu :

- Data Digester *Fiberglass* dan bahan yang digunakan. Data dapat dilihat pada Tabel I
- Data Pengolahan Biogas. Dapat dilihat pada Tabel II

TABEL I

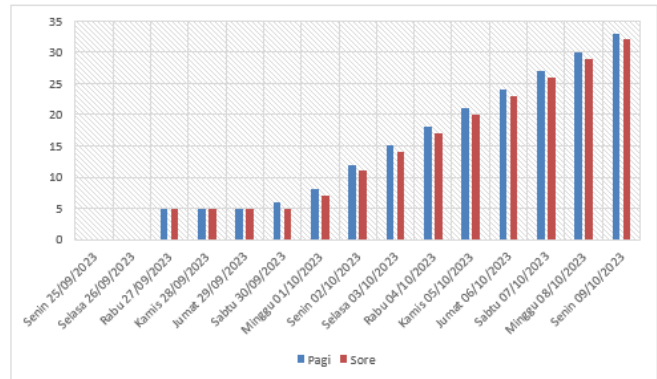
Bahan	Kapasitas	Ukuran	Jumlah
Tong Sentra Tenk	650 liter	Tinggi 120cm diameter 80cm	2 buah
Pipa PVC	-	3cm	1 buah
Pipa PVC	-	2cm	1 buah
Pipa PVC	-	1cm	1 buah
Pipa Y	-	3cm	2 buah
Bok Pipa	-	3cm	1 buah
Bok Pipa	-	2cm	2 buah
Bok Pipa	-	1cm	3 buah
Stop Kran	-	3cm	1 buah
Stop Kran	-	1cm	1 buah
Sambungan Gas	-	1cm	1 buah
Lem Pipa	400gr	-	2 buah

Bahan	Kapasitas	Ukuran	Jumlah
Lem Silikon	400gr	-	2 buah
Gegaji Besi	-	24	1 buah
Selang Water Pas	2cm	2m	1 buah

TABEL II
Data Konduktor Yang Digunakan

Hari/tanggal	Data Biogas	
	Pagi	Sore
Senin 25/09/2023	0	0
Selasa 26/09/2023	0	0
Rabu 27/09/2023	5	5
Kamis 28/09/2023	5	5
Jumat 29/09/2023	5	5
Sabtu 30/09/2023	6	5
Minggu 01/10/2023	8	7
Senin 02/10/2023	12	11
Selasa 03/10/2023	15	14
Rabu 04/10/2023	18	17
Kamis 05/10/2023	21	20
Jumat 06/10/2023	24	23
Sabtu 07/10/2023	27	26
Minggu 08/10/2023	30	29
Senin 09/10/2023	33	32

GRAVIK Tekanan Gas Pada Pagi dan Sore Hari



III. Analisa dan Perhitungan Potensi Biogas

Dari pembahasan dan analisis data dan hasil berbagai sumber energi terbarukan yang digunakan sebagai penghasil listrik alternatif yaitu. energi angin, energi panas bumi, energi kelautan, energi surya dan biogas, diperoleh hasil yang diperoleh dengan mempertimbangkan kesederhanaan. . Dilihat dari sistem konversi, kemudahan penggunaan, biaya investasi dan kemungkinan konversi menjadi listrik, biogas merupakan sumber energi alternatif yang harus dikembangkan dibandingkan sumber energi lainnya.

1. Perhitungan Potensi Biogas

Di FMIPA 1,5 ton kotoran sapi, Sehingga kotoran yang dihasilkan adalah 1.500 kg. Di dalam 1 kg kotoran sapi terdapat $\pm 0,24 \text{ m}^3$ biogas, sehingga dapat diketahui banyaknya potensi biogas di FMIPA adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Potensi biogas} &= 0,24 \text{ m}^3 \times \text{banyaknya kotoran sapi} \\
 &= 0,24 \text{ m}^3 \times 1.500 \text{ kg} \\
 &= 360 \text{ m}^3 \text{ biogas}
 \end{aligned}$$

Diketahui bahwa 1 m³ biogas dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 11,17 kWh, sehingga untuk 360 m³ biogas dapat membangkitkan energi sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Besar energi} &= \text{banyak biogas} \times \text{energi yang} \\ &\text{dibangkitkan per m}^3 \\ &= 360 \text{ m}^3 \times 11,17 \text{ kWh} \\ &= 4021,2 \text{ kWh} \\ &= 167,55 \text{ kW continues} \end{aligned}$$

2. Perkiraan Gas Metana

Pengujian gas metana dilakukan di FMIPA yang memiliki reaktor biogas. Hasil perhitungan adalah sebagai berikut.

- Padatan kering yang diproses (ton) pada awal proses anaerobic = 17,5 kg • 20% • kotoran sapi 37 kg = 0,037 ton
- Potensial metana = 333,3 g/ton • 0,037 ton/hari = 12,33 g/hari • 14 hari = 172,62 gr
- Bahan organik yang terurai oleh mikroorganisme (selama 14 hari) = 61%
- Produksi metan = 333,3 g/ton • 61/65 • 0,037 ton/hari = 8.015 gr

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- Produksi biogas bertekanan terjadi pada hari ketiga dan perubahan penting terjadi pada hari kedelapan. Tekanan biogas lebih sering terjadi pada pagi hari dibandingkan sore hari, yang seringkali turun hingga.
- Potensi biogas Universitas Sam Ratulung sebesar 360 m³ dan kapasitas pembangkitan listrik sebesar 167,55 kW.
- Estimasi gas metana reaktor biogas FMIPA sebesar 8015 gr.

B. Saran

- Karena biogas mempunyai potensi yang besar sebagai bahan bakar produksi listrik, maka diperlukan pelaksanaan proyek percontohan.
- Pembangunan pembangkit listrik tenaga biogas memerlukan kerjasama antara perguruan tinggi dan pihak swasta serta perusahaan peternakan sapi.
- Penelitian lebih lanjut telah dilakukan mengenai penggunaan reaktor biogas dan konversi biogas menjadi bahan bakar agar dapat dimanfaatkan secara lebih luas

V. KUTIPAN

- Biogas dan Konsentrasi Gas Metan dalam Biogas. Thesis Universitas Gajah Mada.
- Yulianto, A., Adi, A. N., & Priyambodo, H. L. (2010). Studi Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Energi Listrik di Dusun Kaliurang Timur, Kelurahan Hargobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*,
- Yenni., Dewilda, Yommi., S.M, Sari. 2012. Uji pembentukan biogas dari substrat sampah sayur dan buah dengan ko-substrat limbah isi rumen sapi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. *Teknik Lingkungan: Unand*,
- *Jurnal Tugas Akhir Yosua Geovany Tengker "POTENSI PEGEMBANGAN PLTBG DI UNI VERSITAS SAM RATULANGI"*
- Haripurnomo, Kartika. (2009). Evaluasi Instalasi Biogas di Kecamatan Pakem dan Jogja International Hospital (JIH) Yogyakarta. *Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan UII. Yogyakarta*.
- Omer, AM. (2007). Organic Waste Treatment For Power Production and Energy Supply. *Journal of Cell and Animal Biology*. Vol 1 No: 2, Oktober 2007 p: 034-047.
- Simamora, S., Salundik, SW., dan Surajudin. (2006). *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Widodo, TW. (2007). Biogas untuk Generator Listrik Skala Rumah Tangga. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol 2 No: 2, 2007.
- Pengaruh Rasio Limbah Sayuran dan Limbah Ikan terhadap Hasil Produksi Biogas. Nurul Afiah, Nurjannah, Ummu Kalsum Vol 02, No. 01 Tahun 2022
- Pemanfaatan Kotoran Sapi dan Sampah Sayur pada Pembuatan Biogas dengan Fermentasi Sampah Sayuran. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo.

RIWAYAT HIDUP



Penulis Penulis bernama lengkap Ivan Geofani Liaha, anak Pertama dari Lima bersaudara. Lahir dari pasangan suami-istri Golfrit Liaha (Ayah) dan Hermin Ranti (Ibu), di Samarinda pada tanggal 20 Maret 1999.

Sebelum menempuh jenjang pendidikan di Fakultas Teknik

Universitas Sam Ratulangi, penulis telah menempuh pendidikan secara berturut-turut di SD GMIM Talawaan Atas (2005-2011), SMP Negeri 1 Wori (2011-2014) dan SMA Kristen Irene Manado (2014-2017).

Penulis memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro pada tahun 2017, dengan mengambil konsentrasi Minat Teknik Tegangan Tinggi pada tahun . Pada tahun 2020 penulis melaksanakan Kerja Praktek (Magang) di PT. Henri Elyon Narwastu .

Selama menempuh pendidikan penulis aktif dalam kegiatan dan organisasi didalam dan luar kampus, terutama dalam kegiatan di Laboratorium Tenaga Listrik Unsrat dan Himpunan Mahasiswa Elektro FT. UNSRAT. Penulis selesai menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, Jurusan Teknik Elektro pada bulan Januari 2024, dengan judul Studi Perencanaan Energi Biogas Dari Limbah Daun Dan Kotoran Sapi Sebagai Alternatif Untuk Bahan Bakar Pembangkit Listrik Di Universitas Sam Ratulangi.