



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Agroindustri sebagai salah satu sektor perekonomian di Indonesia merupakan sumber devisa yang cukup besar bagi negara. Industri tapioka merupakan salah satu jenis agroindustri yang banyak berkembang di Indonesia, baik dalam skala rumah tangga, kecil, menengah, maupun dalam skala yang besar. Limbah yang dihasilkan dari industri tapioka berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dapat digunakan sebagai pakan ternak, sedangkan limbah cair harus melalui tahap pengolahan agar dapat dibuang ke lingkungan. Hal ini dikarenakan limbah cair tapioka mengandung racun dan berbahaya bagi kehidupan mikroorganisme yang jika dibuang secara sembarangan dapat menimbulkan pencemaran. Zat racun pada limbah cair tapioka berupa hydrocyan atau HCN. Zat ini berasal dari daging umbi dan kulit singkong. Racun ini tidak berdiri sendiri tetapi terkait dalam rantai sianogenik glikosida yang mengandung glukosa, aseton, dan HCN (Sarajar, 2018).

Limbah cair industri tapioka mengandung sebagian besar air, pati terlarut, nitrogen, fosfor, lemak, dan protein dalam konsentrasi yang rendah, sedangkan kadar mineral limbah cair tapioka terdiri dari Ca, Mg, Fe, Cu, Pb, dan Zn (Anggari, 2020). Selain itu, kandungan Chemical Oxygen Demand (COD) dalam limbah ini berkisar 30.000 mg/L, sementara Biological Oxygen Demand (BOD) mencapai 6.000 mg/ (Damayanti, 2021). Tingginya kandungan bahan organik ini menjadikan limbah cair tapioka sebagai sumber pencemaran lingkungan yang signifikan jika tidak diolah dengan baik (Sensih, 2020).

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan limbah cair tapioka adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku untuk produksi biogas melalui proses fermentasi anaerobik. Biogas yang dihasilkan dari proses ini utamanya terdiri dari metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Metana memiliki nilai kalor yang tinggi, sehingga berpotensi sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Selain



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

itu, pemanfaatan limbah cair tapioka untuk produksi biogas juga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan perairan (Anggari, 2020).

Biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik umumnya masih mengandung gas-gas pengotor seperti H_2S dan uap air, yang dapat menurunkan kualitas dan nilai kalor biogas. Oleh karena itu, diperlukan proses pemurnian lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas biogas menjadi bio-compressed natural gas (bio-CNG). Bio-CNG memiliki kandungan metana yang lebih tinggi dan tekanan yang lebih besar, sehingga lebih efisien untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif (IEA Bioenergy, 2013).

Pendirian pabrik bio-CNG dari limbah cair tapioka tidak hanya menawarkan solusi pengelolaan limbah yang efektif, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi melalui produksi energi terbarukan. Selain itu, inisiatif ini sejalan dengan upaya global dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada bahan bakar fosil (Sensih, 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pendirian Pabrik Bio-CNG dengan bahan baku limbah cair pabrik tepung tapioka sangat tepat apabila didirikan di Indonesia dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, serta untuk mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri. Selain itu, pendirian pabrik ini juga bertujuan untuk membuka lapangan pekerjaan baru agar dapat mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia dan dapat memperkuat perekonomian negara.

I.1.1 Alasan Pendirian Pabrik

Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) adalah hasil dari proses pemurnian biogas yang mengandung metana tinggi (92–98%) dibandingkan biogas biasa yang hanya mengandung 55–65% metana. Bio-CNG memiliki berbagai kegunaan strategis dalam mendukung ketahanan energi di Indonesia. Salah satu kegunaannya adalah sebagai substitusi Liquefied Petroleum Gas (LPG), sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada impor energi dan subsidi LPG yang membebani anggaran negara. Pemanfaatan Bio-CNG juga mendukung kemandirian energi nasional karena dapat menggunakan sumber daya lokal seperti limbah pertanian,



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

limbah cair organik, dan biomassa lainnya. Selain itu, Bio-CNG dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk sektor industri, transportasi, dan pembangkit listrik, sehingga menjadi alternatif energi yang berkelanjutan bagi kebutuhan masa depan. Dari sisi lingkungan, Bio-CNG memiliki emisi gas rumah kaca yang lebih rendah. Pemanfaatan limbah organik untuk produksi Bio-CNG berkontribusi signifikan dalam mengelola gas metana (CH_4), yang memiliki potensi pemanasan global 21 kali lebih besar dibandingkan CO_2 , sehingga membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Produksi Bio-CNG juga memberikan manfaat tambahan berupa pupuk organik sebagai produk sampingan yang dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan perekonomian masyarakat sekitar. Selain itu, Bio-CNG mudah disimpan dan didistribusikan dalam bentuk tekanan tinggi, memungkinkan penggunaannya untuk jaringan gas kota, transportasi, dan berbagai aplikasi industri (Nasrin, 2020).

Bio-CNG memiliki berbagai kegunaan strategis dalam mendukung transisi energi terbarukan. Sebagai bahan bakar hijau yang dihasilkan dari pemurnian biogas, Bio-CNG menawarkan emisi polusi yang rendah, menjadikannya alternatif ramah lingkungan untuk menggantikan bahan bakar fosil seperti LPG, bensin, dan solar. Bio-CNG lebih aman digunakan dibandingkan bahan bakar konvensional karena sifatnya yang bebas timbal dan sulfur. Penggunaannya tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada impor energi tetapi juga mendukung pengelolaan limbah secara berkelanjutan dan memperkuat ketahanan energi nasional (Nagamani, 2023).

I.1.2 Ketersediaan Bahan Baku

I.1.2.1 Limbah Cair Tepung Tapioka

Limbah cair yang dihasilkan dari industri tepung tapioka berasal dari proses pencucian dan penguapan dalam produksi pati. Limbah ini mengandung beberapa komponen utama yang dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Kandungan utamanya adalah padatan tersuspensi (Total Suspended Solids - TSS), yang terdiri dari partikel kasar dan halus. Selain itu, limbah ini kaya akan senyawa



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

organik yang berkontribusi pada tingginya nilai Chemical Oxygen Demand (COD), yang menunjukkan banyaknya zat organik yang memerlukan oksigen untuk terurai. (Widayatno, 2008).

Berdasarkan Market Report Indonesia oleh World Biogas Association pada tahun 2022, industri tepung tapioka dapat menghasilkan limbah cair sebanyak 60 m³ per ton produksi tepung tapioka. Menurut DLH Lampung pada tahun 2021, limbah cair yang dihasilkan oleh PT. Budi Starch and Sweetener, masih melebihi nilai baku mutu, oleh karena itu, penting dilakukan pengolahan limbah cair yang belum terolah dengan baik tersebut menjadi Bio-CNG sebagai salah satu pengembangan energi. Selain itu, PT. Budi Starch and Sweetener memiliki kapasitas yang besar, yaitu sebanyak 705.000 ton per tahun (Budi Starch & Sweetener, 2020), sehingga perharinya PT. Budi Starch and Sweetener dapat menghasilkan limbah cair tepung tapioka sebanyak 128.181,82 m³/hari. Hal tersebut membuktikan bahwa ketersediaan limbah cair tepung tapioka sangat melimpah dan dapat mencukupi kebutuhan bahan baku dari pabrik Bio- CNG yang akan didirikan.

I.1.2.2 Kotoran sapi

Berdasarkan data BPS Lampung, 2022 PT. Juang Jaya Abadi memiliki jumlah sapi sebanyak 11.000 ekor, sehingga direncanakan kotoran sapi akan diambil dari PT Juang Jaya Abadi Alam, dengan pertimbangan jika jumlah sapi lebih banyak maka ketersediaan kotoran sapi akan lebih terjamin. PT Juang Jaya Abadi Alam yang memiliki sekitar 9.000 ekor sapi, menghasilkan sekitar 198.000 kg kotoran sapi setiap harinya (Hidayati, 2019). Pada umumnya, kotoran sapi minimum yang dibutuhkan untuk inokulasi mikroorganisme adalah 10% dari total volume reactor aktif (Vogeli, 2014).

I.1.2.3 Natrium Hidroksida (NaOH)

NaOH yang untuk proses produksi ini disuplai dari PT. Soda Sumatera, yang berupa liquid NaOH 48%, dimana menurut Bizteka, 2022, kapasitas produksi



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

NaOH dari PT. Soda Sumatera adalah sebesar 6.400 Ton/Tahun, sehingga dapat memenuhi kebutuhan NaOH untuk Pabrik Bio-CNG. Adapun NaOH yang digunakan sebesar 5%, karena NaOH 5% merupakan konsentrasi yang efektif untuk menetralkan kondisi dalam proses pembuatan biogas. Selain itu, penggunaan NaOH 5% juga dapat meningkatkan degradasi lignin dan hemiselulosa, yang berkontribusi pada produksi biogas. Penggunaan NaOH 5% dapat meningkatkan produksi biogas, sehingga diperoleh produksi tertinggi sebesar 108,8 L/kg dibandingkan dengan perlakuan tanpa NaOH atau dengan konsentrasi yang lebih rendah. Oleh karena itu, NaOH 5% merupakan konsentrasi optimal untuk menetralkan lingkungan proses dan meningkatkan produksi biogas (Sato, 2021).

I.1.2.4 MEA

Ketersediaan bahan baku MEA saat ini hanya disuplai melalui produk impor, dikarenakan di Indonesia sendiri belum terdapat industri yang menjadi produsen MEA. Menurut WITS 2018 Negara Indonesia paling banyak melakukan impor MEA dari Negara Malaysia. Terdapat beberapa Perusahaan yang menjadi distributor MEA di Indonesia, MEA direncanakan akan disuplai dari PT. Graha Jaya Pratama Kinerja. Spesifikasi dari produk MEA yang diperjualbelikan oleh PT. Graha Jaya Pratama Kinerja adalah sebesar 90%. Konsentrasi MEA yang digunakan pada proses upgrading yaitu 30%. Pada konsentrasi tersebut MEA dianggap optimal untuk proses upgrading biogas karena memberikan keseimbangan terbaik antara efisiensi penyerapan CO₂, laju reaksi, konsumsi energi, dan stabilitas pelarut. Pada konsentrasi ini, MEA memiliki laju reaksi tinggi dengan CO₂, sehingga memungkinkan penghilangan hingga 94% CO₂ dari biogas. Jika konsentrasi MEA lebih rendah, jumlah pelarut yang tersedia untuk menangkap CO₂ menjadi terbatas, sementara jika terlalu tinggi (>30%), viskositas larutan meningkat dan dapat memperlambat difusi CO₂ ke dalam larutan sehingga menurunkan efisiensi absorpsi. Selain itu, kebutuhan energi untuk regenerasi pelarut pada 30% MEA lebih rendah dibandingkan konsentrasi yang lebih tinggi, karena peningkatan konsentrasi memerlukan lebih banyak energi untuk melepaskan CO₂ dari larutan. Dari segi



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

kestabilan, konsentrasi 30% juga lebih tahan terhadap degradasi termal dan oksidatif, yang dapat menyebabkan korosi dan kehilangan pelarut jika digunakan pada konsentrasi lebih tinggi (Muntaha, 2022). Dengan demikian, konsentrasi MEA yang digunakan dalam proses pemurnian biogas ditetapkan sebesar 30%. Oleh karena itu, diperlukan proses pengenceran MEA untuk menghasilkan MEA makeup serta regenerasi MEA hingga mencapai kembali konsentrasi 30% agar dapat digunakan secara efektif dalam siklus pemurnian berikutnya.

I.1.3 Aspek Pasar

Prospek pasar adalah salah satu hal yang sangat penting bagi pabrik untuk pemasaran produknya yang berpengaruh terhadap untung ruginya. Pabrik Bio-CNG di Lampung Tengah sangat strategis karena posisinya di persimpangan Tol Trans-Sumatera yang memungkinkan akses darat efisien (6-8 jam) ke pabrik kelapa sawit Sumatera Selatan yang meliputi beberapa daerah industri, seperti PT Andri Agro, PT Hindoli, PT Pula Subur, dan PT Cisadane Sawit Raya di Kabupaten Banyuasin/Musi Banyuasin. Dari sisi pemasaran, BioCNG dapat menggantikan solar/LPG pada boiler dan sterilisasi di area PKS.

I.1.4 Kapasitas Produksi

Bio-CNG mempunyai karakteristik yang sama dengan CNG (*Compressed Natural Gas*), dalam hal ini dampak terhadap mesin dan emisi yang dikeluarkan terbukti sama. Oleh karena itu, Bio-CNG layak disamakan dengan CNG dari gas alam, sehingga Bio-CNG bisa dimanfaatkan untuk diinjeksikan ke jaringan gas atau sebagai bahan bakar pengganti dari LPG (*Liquified Petroleum Gas*) (Febijanto, 2019). Bio-CNG mempunyai potensi yang baik untuk menggantikan LPG. Adapun nilai kalor (*calorific value*) Bio-CNG adalah 47 MJ/kg, sedangkan LPG 46,6 MJ/kg (GGGI, 2021). Keunggulan Bio-CNG sebagai pengganti LPG adalah ketersediaan bahan baku Bio-CNG lebih melimpah jika daripada bahan baku LPG. Selain itu, keuntungan terbesar dari penggunaan Bio-CNG sebagai pengganti LPG adalah biaya yang dikeluarkan relatif lebih rendah, karena dapat menghemat biaya sekitar



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

1,1 juta USD per tahun dengan periode pengembalian modal 3,7 tahun (Sukardi, 2021). Oleh karena untuk perhitungan kapasitas pabrik Bio-CNG dapat digunakan data LPG.

Kapasitas produksi dihitung dengan metode discounted, menurut (Kusnarjo, 2010) kapasitas pabrik dapat ditentukan dengan persamaan:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

m_1 = nilai impor pada tahun pabrik dibangun (Ton/tahun)

m_2 = produksi pabrik di dalam negeri (ton/tahun)

m_3 = kapasitas pabrik yang dibangun (ton/tahun)

m_4 = nilai ekspor tahun pabrik dibangun

m_5 = nilai konsumsi dalam negeri pada tahun pabrik dibangun (ton/tahun)

Untuk perhitungan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan dengan metode discounted dibutuhkan beberapa data, antara lain:

Tabel I. 1 Data Impor LPG

Tahun	Impor	
	Kebutuhan (ton/tahun)	Kenaikan
2020	4.762.244	
2021	5.330.802	11%
2022	5.280.295	-1%
2023	5.615.943	6%
2024	5.792.209	3%
Rata-rata	5.356.299	5%

(Kementerian ESDM, 2025)

Berdasarkan Tabel I.1 dapat dihitung nilai m_4 dengan persamaan berikut:

$$m_1 = P (1 + i)^n \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

m = nilai impor pada tahun pabrik dibangun (Ton)

P = nilai impor pada tahun terakhir (Ton)

i = rata-rata kenaikan tiap tahun (%)



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

n = selisih tahun terakhir dengan tahun pabrik dibangun (2029-2024 = 5)

Sehingga diperoleh,

$$m_1 = 5.792.209 (1 + (5\%))^5$$

$$m_1 = 7.392.489,5528 \text{ ton/tahun}$$

Tabel I. 2 Kapasitas Produksi LPG

Tahun	Kapasitas Produksi	
	Jumlah (ton/tahun)	Kenaikan
2020	1.616.667	
2021	1.600.000	-1%
2022	1.583.333	-1%
2023	1.658.333	5%
2024	1.650.000	-1%
Rata-rata	1.621.667	0,5%

(Kementerian ESDM, 2025)

Berdasarkan Tabel I.2 dapat dihitung nilai m_4 dengan persamaan berikut:

$$m_2 = P (1 + i)^n \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

m = nilai produksi pada tahun pabrik dibangun (Ton)

P = nilai produksi pada tahun terakhir (Ton)

i = rata-rata kenaikan tiap tahun (%)

n = selisih tahun terakhir dengan tahun pabrik dibangun (2029-2024 = 5)

Sehingga diperoleh,

$$m_2 = 1.650.000 (1 + (0,5\%))^5$$

$$m_2 = 1.691.664,5677 \text{ ton/tahun}$$



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

Tabel I. 3 Data Ekspor LPG

Tahun	Ekspor	
	Ekspor	Kenaikan
2020	548	
2021	401	-37%
2022	421	5%
2023	209	-101%
2024	251	17%
Rata-rata	366	-29%

(Kementerian ESDM, 2025)

Berdasarkan Tabel I.2 dapat dihitung nilai m_4 dengan persamaan berikut:

$$m_4 = P (1 + i)^n \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

m = nilai ekspor pada tahun pabrik dibangun (Ton)

P = nilai ekspor pada tahun terakhir (Ton)

i = rata-rata kenaikan tiap tahun (%)

n = selisih tahun terakhir dengan tahun pabrik dibangun (2029-2024 = 5)

Sehingga diperoleh,

$$m_4 = 251 (1 + (-29\%))^5$$

$$m_4 = 45,2862 \text{ ton/tahun}$$

Selain kapasitas produksi pabrik lama dan nilai ekspor, juga dibutuhkan data konsumsi LPG di Indonesia, yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel I. 4 Data Konsumsi LPG

Tahun	Konsumsi	
	Kebutuhan	Kenaikan
2020	7,779,000	
2021	8,023,000	3%
2022	8,358,000	4%
2023	8,562,000	2%



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

2024	8,710,000	2%
Rata-rata	8,286,400	3%

(Kementerian ESDM, 2025)

Berdasarkan Tabel I.3 dapat dilakukan perhitungan prediksi konsumsi LPG dengan persamaan berikut:

$$m_5 = P (1 + i)^n \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

m_5 = nilai konsumsi dalam negeri pada tahun pabrik dibangun (ton/tahun)

P = nilai konsumsi pada tahun terakhir (Ton)

i = rata-rata kenaikan tiap tahun (%)

n = selisih tahun terakhir dengan tahun pabrik dibangun (2029-2026 = 3)

Sehingga diperoleh,

$$m_5 = 8.710.000 (1 + 3\%)^5$$

$$m_5 = 10.097.277,1872 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas pabrik Bio-CNG yang akan didirikan pada tahun 2029 sebesar:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (45,2862 + 10.097.277,1872) - (7.392.489,5528 + 1.691.664,5677)$$

$$m_3 = 1.013.168,3529 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka besar kapasitas produksi yang direncanakan sekitar,

$$\text{Kapasitas Produksi} = 2,9\% \times 1.013.168,3529 \text{ ton/tahun}$$

$$= 29.381,8822 \text{ ton/tahun}$$

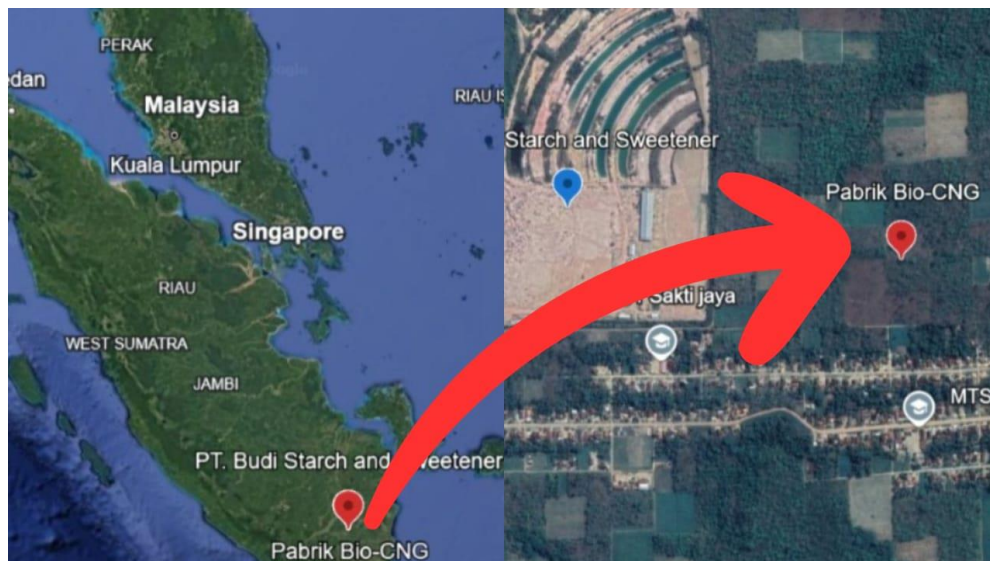
$$\approx 30.000 \text{ ton/tahun (pembulatan)}$$

Maka kebutuhan kapasitas yang harus dicukupi yaitu sebesar 30.000 ton/tahun.

Kapasitas pabrik ditentukan sebesar 2,9% dengan mempertimbangkan luas pabrik, karena jika semakin besar kapasitas pabrik maka luas pabrik juga akan semakin besar.

I.1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal krusial untuk mendukung kemajuan dan keberlanjutan suatu industri, baik saat ini maupun di masa mendatang. Lokasi dapat memengaruhi aspek produksi dan distribusi pabrik tersebut. Pemilihan lokasi perusahaan juga sangat berkaitan dengan berbagai faktor lainnya, termasuk keuntungan jangka panjang dan kemungkinan ekspansi di masa depan. Oleh karena itu, lokasi pabrik harus dipilih secara tepat dengan mempertimbangkan biaya produksi dan distribusi yang seminimal mungkin, serta aspek sosial dan budaya masyarakat di sekitarnya. Lokasi pabrik direncanakan akan dibangun di Pulau Sumatera, tepatnya di Lampung Tengah.



Gambar I. 1 Lokasi Pendirian Pabrik

Dasar pertimbangan pemilihan lokasi pabrik tersebut antara lain:

1. Bahan Baku

Lokasi pabrik Bio-CNG direncanakan di Sumatera karena daerah ini memiliki ketersediaan bahan baku utama berupa limbah tapioka yang melimpah. Menurut Kementerian Perindustrian, keberadaan industri tapioka yang tersebar di berbagai wilayah di Sumatera memberikan pasokan limbah yang stabil dan cukup untuk menunjang kebutuhan produksi pabrik Bio-CNG secara berkelanjutan.



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

2. Transportasi

Akses transportasi di Sumatera memadai, dengan adanya jaringan jalan darat dan pelabuhan yang memungkinkan distribusi bahan baku dan hasil produksi ke berbagai daerah, baik di dalam negeri maupun luar negeri. Lokasi pabrik akan dipilih di dekat jalan utama, dan dekat dengan lokasi pabrik tepung tapioka yang direncanakan akan menjadi penyuplai limbah cairnya. Sehingga hal tersebut akan memudahkan dalam proses transportasinya. Dimana limbah cair dari PT. Budi Starch and Sweetener akan dialirkan ke Pabrik Bio-CNG langsung menggunakan pipa PVC, dimana menurut Wulandari 2014, pipa PVC merupakan jenis pipa yang sesuai untuk mentransportasikan limbah cair karena memiliki ketahanan yang tinggi, instalasi yang mudah, dan perawatan yang mudah.

3. Pemasaran

Pemasaran produk Bio-CNG memiliki prospek yang baik, seiring dengan meningkatnya permintaan energi ramah lingkungan. Lokasi pabrik di Sumatera, menjadikan pemasaran produk Bio-CNG menjadi lebih efisien ke berbagai daerah di Indonesia, termasuk pusat-pusat industri yang membutuhkan energi alternatif.

4. Kebutuhan Air

Kebutuhan air pabrik direncanakan dipenuhi dari sumber-sumber air yang tersedia di Sumatera, seperti sungai-sungai besar yang mengalir di sekitar kawasan industri. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian, kebutuhan air untuk pabrik rata-rata mencapai 300–500 liter per hari, yang dapat diakomodasi oleh sumber air setempat.

5. Kondisi Iklim dan Cuaca

Iklim di Sumatera cenderung stabil dengan perbedaan suhu yang tidak terlalu signifikan antara musim hujan dan kemarau. Kondisi ini mendukung operasional pabrik sepanjang tahun tanpa gangguan berarti.

6. Tenaga Kerja



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

Wilayah Sumatera memiliki ketersediaan tenaga kerja yang melimpah, baik yang terampil maupun tidak terampil, dengan dukungan dari berbagai lembaga pendidikan dan pelatihan. Menurut BPS Lampung 2024, tingkat pengangguran di Lampung mencapai 207,70 ribu orang, pendirian pabrik Bio-CNG dapat menjadi solusi signifikan. Proyek ini tidak hanya menciptakan lapangan kerja langsung di sektor operasional dan konstruksi, tetapi juga membuka peluang usaha di sektor pendukung seperti transportasi, logistik, dan pemeliharaan. Selain itu, pemanfaatan limbah cair industri lokal sebagai bahan baku mendorong pertumbuhan ekonomi sirkular dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Hal ini memudahkan pabrik untuk mendapatkan tenaga kerja sesuai kebutuhan.

7. Kemungkinan Perluasan dan Ekspansi

Lahan di Sumatera yang masih luas dan banyaknya kawasan yang dikhususkan untuk industri memberikan peluang bagi pabrik untuk melakukan ekspansi di masa mendatang.

8. Sosial Masyarakat

Meninjau kondisi masyarakat lokal terhadap pembangunan pabrik Bio-CNG memiliki peluang yang cukup besar, karena pabrik ini dapat menciptakan lapangan kerja baru dan meningkatkan perekonomian daerah serta dapat mengatasi permasalahan limbah cair tepung tapioka yang ada di daerah lampung dan sekitarnya.

I.2 Spesifikasi Bahan

I.2.1 Bahan Baku

I.2.1.1 Limbah Cair Tepung Tapioka

A. Sifat Fisika

- | | |
|----------|-----------------------------------|
| 1. Wujud | : Cair |
| 2. Warna | : Putih kekuningan |
| 3. Bau | : Seperti ubi kayu yang menyengat |

(Damayanti, 2021)



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

4. Densitas : 1,3 gr/cm³
(Mensah, 2024)

5. Viskositas : 2547,00 cP
(Bishnoi, 2022)

B. Sifat Kimia

1. COD : 30.000 mg/l
2. BOD : 6.000 mg/l
3. TSS : 5.000 mg/l
4. pH : 5
(Damayanti, 2021)

5. Karbohidrat : 3,75%
6. Protein : 0,23%
7. Lemak : 0,06%
8. Nitrogen : 0,13%
9. Phospor : 0,078%
(Zhang, 2016)

I.2.1.2 Kotoran Sapi

A. Sifat Fisika

1. Warna : Kehijauan atau kehitaman
2. Kadar air : 86,15%
3. pH : 7,96
(Iriani, 2017)

4. Densitas : 1030 Kg/m³
5. Viskositas : 922 mPa.s
(Lima, 2022)

B. Sifat Kimia

1. NTK : 1,79%
2. C-Organik : 49,71%
(Iriani, 2017)



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

I.2.2.23 Monoethanolamine (MEA)

A. Sifat Fisika

- | | |
|----------------|--------------------------|
| 1. Wujud | : Cair |
| 2. Warna | : Tidak berwarna |
| 3. Bau | : Seperti amina |
| 4. Titik Didih | : 167 °C |
| 5. Titik Nyala | : 92,5 °C |
| 6. Titik Beku | : 4 °C |
| 7. Densitas | : 1060 Kg/m ³ |
| 8. Viskositas | : 23.18 mPa.s |

B. Sifat Kimia

- | | |
|------------------|------------------------------------|
| 1. Rumus Molekul | : C ₂ H ₇ NO |
| 2. Berat Molekul | : 61,08 g/mol |
| 3. pH | : 12,1 (100 g/l ; 20 °C) |

(PT Graha Jaya Pratama Kinerja, 2026)

I.2..4 NaOH

A. Sifat Fisika

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| 1. Wujud | : Padat |
| 2. Warna | : Putih |
| 3. Bau | : Tidak berbau |
| 4. Kelarutan dalam Air | : 1.100 g/l pada 20 °C |
| 5. Berat Jenis | : 1.43 g/cm ³ at 20 °C |
| 6. Viskositas | : 51.63 mm ² /s at 20 °C |

B. Sifat Kimia

- | | |
|------------------|---------------------------------------|
| 1. Rumus Molekul | : NaOH |
| 2. Berat Molekul | : 40 g/mol |
| 3. pH | : kira-kira 14 pada 50 g/l pada 20 °C |

(PT Soda Sumatera, 2026)



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG) dari Limbah Cair Pabrik Tepung Tapioka dengan Proses Anaerobic Digestion”

I.2.2 Produk

I.2.2.1 Bio-Compressed Natural Gas (Bio-CNG)

- | | |
|---------------------|-------------------------------------|
| 1. Fase | : Gas |
| 2. CH ₄ | : > 92% |
| 3. CO ₂ | : < 7% |
| 4. H ₂ S | : < 5 ppm |
| 5. Tekanan | : 250 bar |
| 6. Nilai Kalor | : >35 MJ/Nm ³ |
| 7. Specific gravity | : 0,003 ± 0,630 |
| 8. Viskositas | : 0.10 to 20 MPa, 14.5 to 2900 Psia |

(PT. Andri Agro,2026)