

## IDENTIFIKASI POTENSI LIMBAH CAIR TAHU MENJADI BAHAN BAKAR ALTERNATIF BIOGAS DI DESA BOCEK, KECAMATAN KARANG PLOSO, KABUPATEN MALANG

Meisy Cruisyta Hutabarat<sup>1</sup>, Ika Favia Anggraeni<sup>1</sup>, Dendy Raditya<sup>1</sup>, Ardika Nurmawati<sup>1</sup>, Erwan Adi Saputro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

\*Co-Author : [erwanadi.tk@upnjatim.ac.id](mailto:erwanadi.tk@upnjatim.ac.id)

**ABSTRAK.** Salah satu mata pencaharian yang banyak berkembang di Desa Bocek adalah industri pengolahan tahu. Industri tahu dalam pengolahannya menghasilkan produk samping berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat yang dihasilkan biasanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan dijual kepada para peternak. Sedangkan, limbah cair hasil samping produksi tahu belum melalui tahap pengelolaan, sehingga hanya dibuang dan dialirkan begitu saja ke sungai. Limbah cair tahu mengandung beberapa komponen yang dapat merusak ekologi. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi banyaknya limbah cair tahu yang dihasilkan industri tahu Desa Bocek, sehingga mengetahui potensi limbah cair tersebut dalam pemanfaatannya sebagai bahan baku sumber bahan bakar alternatif biogas. Penelitian ini dilakukan dengan metode wawancara, observasi lapangan, analisis neraca massa proses produksi tahu, serta identifikasi potensi limbah tahu sebagai bahan baku biogas. Berdasarkan hasil identifikasi dua industri tahu yaitu pabrik tahu tiga bersaudara dan pabrik tahu AN<sup>2</sup> di Desa Bocek, dimana menghasilkan limbah cair tahu berturut-turut sebesar 2.603,2397 kg/hari dan 1.145,43 kg/hari. Volume biogas yang diperoleh dari limbah cair tahu tersebut yaitu sebesar 3,4171 m<sup>3</sup>/hari, yang diperkirakan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar gas sekitar 12 rumah tangga per bulan

*Kata Kunci: Biogas; Desa Bocek; Limbah cair tahu*

**ABSTRACT.** One of the livelihoods that has developed a lot in Bocek Village is the tofu processing industry. The tofu industry in its processing produces by-products in the form of solid waste and liquid waste. The solid waste produced is usually used as animal feed and sold to farmers. Meanwhile, the liquid waste by-product of tofu production has not yet gone through the management stage, so it is simply dumped and flowed into the river. Tofu liquid waste contains several components that can damage the ecology. The purpose of this research is to identify the amount of tofu liquid waste produced by the tofu industry in Bocek Village, so as to know the potential of the liquid waste in its utilization as raw material for alternative biogas fuel sources. This research was conducted using interviews, field observations, mass balance analysis of the tofu production process, and identification of the potential for tofu waste as biogas raw material. Based on the identification results of two tofu industries, namely the tiga bersaudara tofu factory and the AN<sup>2</sup> tofu factory in Bocek Village, which produced tofu liquid waste of 2,603.2397 kg/day and 1,145.43 kg/day, respectively. The volume of biogas obtained from the tofu liquid waste is 3.4171 m<sup>3</sup>/day, which is estimated to be able to meet the gas fuel needs of about 12 households per month.

*Keyword: Biogas; Bocek village; liquid waste*

## PENDAHULUAN

Desa Bocek berlokasi di Kecamatan Karang Ploso Kabupaten Malang dengan luas wilayah sekitar 1.478.741 Ha. Sektor mata pencaharian warga Desa Bocek antara lain sektor pertanian, peternakan, jasa/perdagangan, dan industri (Setiawan et al., 2020). Banyak cara yang dilakukan oleh warga Desa Bocek untuk memanfaatkan sumber daya alam dan luas lahan yang tersedia menjadi sesuatu yang menguntungkan dan dijadikan sebagai sumber mata pencaharian yang dapat menyokong biaya kehidupan sehari-hari. Berdasarkan survey selama melakukan kegiatan Kuliah Kerja Nyata di Desa Bocek, industri pengolahan tahu merupakan mata pencaharian yang menjanjikan untuk warga Desa Bocek.

Hasil samping dari proses produksi tahu antara lain limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dihasilkan melalui proses penyaringan bubur kedelai berupa ampas tahu. Ampas tahu yang dihasilkan tersebut biasanya dijual kepada para peternak sapi sebagai pakan ternak. Sedangkan, setelah proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan menghasilkan hasil samping berupa limbah cair. Berdasarkan observasi yang dilakukan, limbah cair tersebut langsung dialirkan dan dibuang ke sungai tanpa terlebih dahulu melalui proses pengolahan. Hal ini dapat menimbulkan dampak buruk bagi ekologi antara lain pencemaran air, menimbulkan sarang penyakit, polusi udara akibat aroma tidak sedap yang ditimbulkan, serta penurunan estetika lingkungan sekitar lokasi pabrik tahu. Limbah cair tahu mengandung bahan organik seperti karbohidrat, protein dan lemak serta kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solids* (TSS), *Total Dissolved Solids* (TDS) dan keasaman (pH) yang tinggi (Sayow et al., 2020). Kandungan limbah cair yang tinggi tersebut menjadi faktor utama penyebab dampak negatif yang ditimbulkan apabila limbah tersebut tidak ditangani dengan baik.

Energi fosil yang semakin lama semakin menipis menyebabkan suatu permasalahan baru yang membuat pemerintah bersama dengan masyarakat harus bekerja sama menciptakan energi alternatif yang dapat digunakan terus-menerus sehingga penggunaan energi fosil dapat tergantikan. Selain kandungan bahan organik, limbah cair tahu mengandung beberapa komponen gas sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan sumber energi alternatif biogas. Komponen gas yang terdapat pada limbah cair tahu antara lain oksigen, karbondioksida, hydrogen sulfide, ammonia, dan lebih dari 50% kadar gas metana (Sally et al., 2019). Biogas merupakan gas yang diperoleh dari bahan-bahan organik melalui proses penguraian atau fermentasi oleh bakteri-bakteri anaerob.

Biogas diperoleh dari bahan-bahan organik melalui proses fermentasi oleh bakteri-bakteri anaerob, dimana biogas merupakan gas yang bersifat mudah terbakar (*flammable*) (Nasution, 2020). Keberadaan bahan baku pembuatan biogas akan terus tersedia seperti limbah organik rumah tangga, kotoran manusia maupun kotoran ternak. Secara umum, kandungan dari limbah cair tahu ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Biogas

Komponen	Kadar (%)
Metana (CH <sub>4</sub> )	55-75
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	25-45
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0-0,3
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	1-5
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	1-5
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0,1-0,5

(Pasaribu & Kusdiyantini, 2021)

Berdasarkan Kep.Men.LH. No. Kep-51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, dapat dilihat dari tabel 2.

Tabel 2. Baku mutu limbah cair industri

No	Parameter	Baku Mutu (mg/l)
1	TSS	200
2	BOD	50
3	COD	100
3	pH	6-9

(Ramayanti & Amna, 2019)

Besarnya energi (nilai kalor) yang terdapat dalam biogas tergantung pada banyaknya kadar metana (CH<sub>4</sub>) dalam biogas. Semakin besar kadar metana dalam biogas, maka akan semakin tinggi perolehan energi (nilai kalor) dalam biogas tersebut. Dan sebaliknya apabila kadar gas metana dalam biogas maka akan semakin kecil pula perolehan energi (nilai kalor) biogas (Notosudjono, 2021). Beberapa keuntungan yang didapatkan apabila menggunakan bahan bakar alternatif biogas dibandingkan bahan bakar fosil antara lain:

1. Emisi gas rumah kaca akan dapat dikurangi sehingga dapat mencegah terjadinya pemanasan global.
2. Mengurangi timbunan limbah yang dihasilkan masyarakat serta memafaatkan potensinya sebagai bahan bakar alternatif.
3. Mengurangi biaya bahan bakar bagi para peternak ataupun pemilik industri apabila memanfaatkan potensi limbahnya menjadi biogas.

(Sally et al., 2019)

Terbatasnya tingkat kesadaran masyarakat terhadap lingkungan hidup, masyarakat yang tidak melihat potensi pemanfaatan limbah cair tahu menjadi bahan bakar alternatif, serta kurangnya pengetahuan akan proses pengolahan limbah cair tahu merupakan penyebab tidak adanya pengolahan lebih lanjut terhadap limbah cair tahu. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi banyaknya perolehan limbah cair tahu melalui proses produksi tahu di Desa Bocek, sehingga melalui identifikasi tersebut, dapat diketahui potensi limbah cair tahu untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif biogas. Bahan bakar biogas ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar kebutuhan beberapa rumah tangga di Desa Bocek.

## ANALISIS PERMASALAHAN

Limbah tahu merupakan produk samping yang diperoleh dari proses produksi tahu, dapat berupa limbah padat dan cair. Berdasarkan observasi yang dilakukan, Limbah padat yang dihasilkan biasanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan dijual kepada para peternak berupa ampas kedelai. Akan tetapi, limbah cair tahu di industri tahu Desa Bocek belum melalui proses pengelolaan terlebih dahulu, sehingga hanya dialirkan dan dibuang begitu saja ke sungai. Hal tersebut dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kualitas air. Apabila limbah cair tahu tersebut dilakukan penanganan dengan teknologi yang tepat untuk memaksimalkan pemanfaatan dan potensinya, maka dapat memberikan nilai positif bagi masyarakat maupun lingkungan. Komposisi limbah cair tahu dapat dilihat dari tabel 3.

Tabel 3. Komposisi limbah cair tahu

No	Komponen	Kadar (%)
1	Air	99,9
2	Padatan terlarut	0,1
3	Padatan tersuspensi	0,1
4	Karbohidrat (terutama stachyose dan sukrosa)	1
5	Protein	0,1-0,8
6	Lemak	0,4-1
7	Mineral	0,4

(Rajagukguk, 2020)

Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan limbah cair tahu menjadi sumber energi alternatif biogas yang bermanfaat dan berguna pada masyarakat Desa Bocek serta dapat menekan penggunaan bahan bakar fosil yang semakin menipis sehingga dapat mengurangi dampak yang merugikan bagi lingkungan.

### SOLUSI YANG DITAWARKAN

Limbah cair yang dihasilkan industri produksi tahu di Desa Bocek dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan sumber energi alternatif biogas. Biogas merupakan gas dengan nilai kalor tinggi yang dihasilkan dari konversi limbah organik melalui proses fermentasi bakteri-bakteri anaerob. Pemanfaatan limbah cair tahu dapat menekan angka penggunaan energi fosil yang jumlahnya semakin menipis. Selain itu, pemanfaatan limbah cair ini dapat mengurangi resiko pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah cair tahu secara sembarangan di aliran sungai. Kegiatan identifikasi ini diawali tahap studi literatur untuk mengkaji potensi serta manfaat limbah cair tahu untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif biogas yang dapat diterapkan di Desa Bocek. Selain itu kegiatan identifikasi potensi biogas dari limbah cair tahu dilakukan dengan survei beberapa lokasi industri tahu di Desa Bocek serta melakukan wawancara dengan pemilik industri tahu. Adapun alur dari pelaksanaan identifikasi potensi bahan bakar alternatif biogas dari limbah cair tahu sebagai berikut:

#### Tahap 1

Identifikasi permasalahan limbah industri tahu dengan kegiatan wawancara bersama pemilik dan pekerja industri tahu di Desa Bocek. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui banyaknya limbah yang dihasilkan industri tahu dan metode penanganan limbah yang diterapkan. Melalui kegiatan ini, peneliti dapat mengetahui beberapa permasalahan dan kendala terkait pengolahan limbah yang dihadapi oleh industri tahu Desa Bocek sehingga dapat memberikan solusi tepat untuk mengatasinya.



Gambar 1. Proses identifikasi pabrik tahu Desa Bocek

## Tahap 2

Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan, limbah padat industri tahu Desa Bocek dimanfaatkan sebagai pakan ternak sedangkan limbah cairnya hanya dibuang dan dialirkan begitu saja ke sungai. Limbah cair yang dihasilkan berjumlah sangat besar sehingga dapat dimanfaatkan potensinya sebagai sumber energi alternatif biogas.

## Tahap 3

Setelah mengidentifikasi potensi limbah cair tahu, dilakukan studi literatur untuk mengetahui besarnya potensi limbah cair tersebut untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif biogas.

## Tahap 4

Data yang dikumpulkan dari hasil wawancara dengan pemilik industri tahu Desa Bocek kemudian dianalisa untuk mengetahui banyaknya biogas yang diperoleh dari limbah cair tahu hasil samping produksi tahu Desa Bocek. Data ini berupa basis bahan baku yang digunakan dan massa produk dan hasil samping berupa limbah yang dihasilkan per harinya.

## Tahap 5

Berdasarkan analisa yang dilakukan, kemudian diambil kesimpulan jumlah limbah cair pabrik tahu Desa Bocek dapat memenuhi jumlah kebutuhan bahan bakar biogas beberapa rumah tangga.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Neraca Massa

Neraca massa merupakan perhitungan aliran massa masuknya bahan baku sampai keluarnya sebagai produk dan hasil samping dalam suatu proses. Prinsip neraca massa berdasarkan hukum kekekalan massa, dimana jumlah massa bahan yang masuk harus sama dengan jumlah massa produk yang keluar, atau dengan kata lain tidak ada akumulasi pada peralatan proses (Heritanwira et al., 2021).

Tabel 4. Neraca Massa Total Produksi Per Hari Pabrik Tahu Tiga Bersaudara

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa
Basis Air	3750	Air Buangan	979,4169
Basis kedelai	180	Limbah Padat	300,6713
Basis whey	471,75	Limbah Cair	2603,2397
		Tahu Putih	518,4222
Jumlah	4401,75	Jumlah	4401,75

Tabel 5. Neraca Massa Total Produksi Per Hari Pabrik Tahu AN<sup>2</sup>

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa
Basis Air	1650	Air Buangan	430,94
Basis kedelai	79,2	Limbah Padat	132,3
Basis whey	207,57	Limbah Cair	1145,43
		Tahu Putih	228,11
Jumlah	4401,75	Jumlah	1936,77

Terdapat tujuh tahap proses pengolahan tahu di industri tahu desa Bocek antara lain tahap perendaman, pencucian, penggilingan, pemasakan, penyaringan, penggumpalan dan pencetakan. Proses produksi berlangsung selama 7,5 jam per hari, dengan satu kali proses produksi berlangsung selama 30 menit, sehingga basis air yang digunakan pabrik tiga bersaudara dan pabrik AN<sup>2</sup> per hari berturut-turut sebanyak 3750 kg dan 1650 kg; basis kedelai berturut-turut sebanyak 180 kg dan 79,2

kg; dan basis *whey* berturut-turut sebanyak 471,75 kg dan 207,57 kg. Berdasarkan tabel 4 dan tabel 5 diperoleh output dalam proses produksi per hari untuk pabrik tiga bersaudara dan pabrik AN<sup>2</sup> berturut-turut antara lain air buangan sebanyak 979,4169 kg dan 430,94 kg, limbah padat 300,6713 kg dan 132,3 kg; limbah cair 2603,2397 kg dan 1145,43 kg, serta produk tahu putih 518,4222 kg dan 228,11 kg. Limbah cair yang diperoleh cukup banyak sehingga sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif biogas.

### Jumlah Biogas yang Dihasilkan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Nisrina & Andarani, 2018), pengolahan limbah cair tahu sebanyak 90 liter dapat memperoleh volume produk biogas sebesar 0,08204 m<sup>3</sup>, maka jika limbah tahu sebanyak 3748,67 liter diolah secara keseluruhan, maka akan menghasilkan biogas sebanyak:

#### 1. Pabrik Tahu Pertama

$$\begin{aligned} & \text{Volume Biogas} \\ &= \frac{2603,2397 \text{ liter}}{90 \text{ liter}} \times 0,08204 \text{ m}^3 \\ &= 2,373 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

#### 2. Pabrik Tahu Kedua

$$\begin{aligned} & \text{Volume Biogas} \\ &= \frac{1145,43 \text{ liter}}{90 \text{ liter}} \times 0,08204 \text{ m}^3 \\ &= 1,0441 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

#### 3. Jumlah Volume Biogas

$$\begin{aligned} &= \text{Vol. Pabrik1} + \text{Vol. Pabrik2} \\ &= 2,373 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} + 1,0441 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \\ &= 3,4171 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Hal tersebut menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair tahu di Desa Bocek berpotensi dan efektif untuk dijadikan bahan baku pembuatan sumber energi alternatif biogas pengganti sumber energi fosil yang ketersediaannya mulai menipis. Kandungan metana yang tinggi membuat tingginya perolehan nilai kalor dalam biogas yaitu sebesar 4800-6700 kkal/m<sup>3</sup> sehingga efektif untuk dikonversi menjadi energi listrik untuk kebutuhan penerangan, bahan bakar untuk memasak, menggerakkan mesin dan lain-lain. Berdasarkan penelitian (Rajagukguk, 2020), menyatakan 1 m<sup>3</sup> biogas setara dengan 0,5 kg gas alam cair (*liquid petroleum gases*). Apabila limbah cair tahu diolah menjadi bahan baku biogas, maka dengan volume biogas sebanyak 3,4171 m<sup>3</sup>/hari akan bernilai sama dengan gas alam cair (*liquid petroleum gases*) sebanyak:

$$\text{Perolehan} = \frac{3,4171 \text{ m}^3/\text{hari}}{1 \text{ m}^3} \times 0,5 \text{ kg} = 1,7086 \text{ kg}/\text{hari}$$

Berdasarkan perhitungan penelitian yang dilakukan (Fitri et al., 2020), dapat diasumsikan satu rumah tangga menghabiskan 1 tabung LPG ukuran 3 kg dalam waktu 7 hari sehingga setiap bulannya menghabiskan sekitar 4 tabung gas LPG. Berdasarkan perhitungan, diperoleh biogas sebanyak 1,7086 kg/hari setara dengan 51,258 kg/bulan. Apabila dibandingkan dengan penggunaan energi dengan menggunakan LPG ukuran 3 kg untuk satu rumah tangga, maka produksi biogas tersebut mampu mencukupi kebutuhan bahan bakar gas 12 rumah tangga di Desa Bocek per bulan. Hal tersebut menjadikan limbah cair tahu sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku sumber alternatif biogas.

## KESIMPULAN

Limbah cair tahu dalam proses produksi tahu dihasilkan dari sisa air perendaman, proses pencucian, proses penggilingan, dan proses perebusan. Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan identifikasi limbah tahu di industri tahu Desa Bocek diketahui bahwa limbah padat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan dijual untuk para peternak, namun limbah cair tahu masih belum dilakukan pengolahan lebih lanjut sehingga hanya dialirkan begitu saja ke sungai sehingga dapat mencemari lingkungan. Limbah cair yang diperoleh dari proses produksi tahu per hari cukup besar yaitu sebanyak 2.603,2397 kg/hari untuk pabrik tiga bersaudara dan 1.145,43 kg/hari untuk pabrik tahu AN<sup>2</sup>. Hasil perhitungan volume biogas yang diperoleh yaitu sebesar 3,4171 m<sup>3</sup>/hari yang dinilai efektif untuk dijadikan sumber energi alternatif biogas di Desa Bocek. Berdasarkan hal tersebut, potensi biogas tersebut diperkirakan mampu mencukupi kebutuhan bahan bakar gas sekitar 12 rumah tangga per bulan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur khususnya program studi Teknik Kimia untuk pendanaan Program Bina Desa Tahun 2022. Terimakasih juga kepada kepala desa Bocek beserta perangkat desa yang telah menyediakan tempat berlangsungnya kegiatan Bina Desa ini. Begitu juga kepada pemilik industri tahu di Desa Bocek, Karangploso, Malang yang telah turut berpartisipasi dalam berlangsungnya proses kegiatan identifikasi limbah cair tahu tersebut.

## REFERENSI

- Fitri, Y., Putri, A. N., & Retnawaty, S. F. (2020). Estimasi Emisi CO<sub>2</sub> Dari Sektor Rumah Tangga Di Kota Pekanbaru. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 11(1), 1–6. <https://doi.org/10.37859/jp.v11i1.2061>
- Heritanwira, M., Ritonga, M., Idora, M., Nisa, L., & Saputro, A. (2021). Analisis Neraca Massa Pada Pembuatan Pati Dari Kulit Sukun. *UPN “Veteran” Jawa Timur*, 115–120.
- Nasution, M. (2020). Smart-Design Instalasi Digester Biogas Skala Komunal Pesantren High Temperature. *Agregat*, 5(2), 475–480. <http://103.114.35.30/index.php/Agregat/article/view/6599%0Ahttp://103.114.35.30/index.php/Agregat/article/viewFile/6599/3375>
- Nisrina, H., & Andarani, P. (2018). Pemanfaatan Limbah Tahu Skala Rumah Tangga Menjadi Biogas Sebagai Upaya Teknologi Bersih Di Laboratorium Pusat Teknologi Lingkungan – Bppt. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 139. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i2.139-140>
- Notosudjono, D. (2021). Analisis Peningkatan Gas Metana (CH<sub>4</sub>) pada Digester Portabel dengan Kotoran Sapi sebagai Sumber Energi Biogas Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik*, 22(1), 19–26.
- Pasaribu, D., & Kusdiyantini, E. (2021). Energi Mandiri dengan Pemanfaatan Limbah Cair pada Industri Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 163–169. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11163>
- Rajagukguk, K. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Menggunakan Reaktor Biogas Portabel. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 1(2), 63–71. <https://doi.org/10.18196/jqt.010210>
- Ramayanti, D., & Amna, U. (2019). Analisis parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (potential Hydrogen) limbah cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Quimica: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 1(1), 16–21.
- Sally, S., Budianto, Y. P., Hakim, M. W. K., & Kiyat, W. El. (2019). Potensi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Untuk Skala Industri Rumah Tangga Di Provinsi Banten. *Agrointek*, 13(1), 43. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v13i1.4715>
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan

Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2), 245. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.16.2.2020.28758>

Setiawan, J., Pradana, N., Anggraeni, I., Nurmawati, A. & Saputro, E. (2020). Jurnal Abdimas Teknik Kimia. *Jurnal Abdimas Teknik Kimia*, 01(1), 6–11.