

LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN
PENGARUH RASIO KARBON DAN NITROGEN PADA PROSES ANAEROBIK DARI
LIMBAH MAKANAN

Ringkasan Penelitian, terdiri dari 250-500 kata, berisi: latar belakang penelitian, tujuan penelitian, tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, uraian TKT penelitian yang ditargetkan serta hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan tahun pelaksanaan penelitian.

RINGKASAN

Pengolahan limbah makanan menggunakan proses anaerobik merupakan solusi yang dirasa tepat karena selain dapat menyelesaikan permasalahan lingkungan berupa menumpuknya sampah makanan, proses pengolahan ini juga dapat menghasilkan sumber energi alternatif yaitu biogas. Dalam proses peruraian anaerobik terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, salah satunya adalah rasio C/N. Apabila C/N rasio dalam substrat terlalu besar atau terlalu kecil dari rasio yang ideal dapat menyebabkan inhibisi dalam prosesnya. Urea ditambahkan kedalam substrat untuk menyeimbangkan C/N rasio. Sehingga tujuan pada penelitian ini akan diteliti pengaruh dari rasio karbon dan nitrogen dalam proses anaerobik untuk menghasilkan biogas yang optimal. Tahapan metode penelitian yang pertama adalah persiapan bahan atau substrat yang berupa campuran dari beberapa jenis limbah makanan, kemudian proses fermentasi anaerobik yang berlangsung selama kurang lebih 30 hari untuk melihat hasil gas yang dihasilkan. Jenis reaktor yang digunakan adalah reaktor anaerobik batch. Setelah itu hasil biogas dianalisis volumenya menggunakan metode *gasometer water displacement* dan dianalisis kadar metananya menggunakan GC-FID. Limbah cair juga dianalisis nilai TS/VS dan *chemical oxygen demand*-nya (COD) untuk mengetahui kualitas limbah awal-akhir. Luaran yang ditargetkan yaitu artikel pada jurnal terakreditasi Sinta 3 : Jurnal Konversi UMJ dan luaran tambahan berupa HKI poster penelitian. Tingkat Kesiapan teknologi (TKT) yang diusulkan adalah TKT 3 yaitu pembuktian konsep penting secara analitis dan eksperimental. Hasil eksperimen menunjukkan volume biogas terbesar diperoleh pada variasi rasio C/N 25 dengan penambahan mikronutrien $MgSO_4$ sebanyak 2 gram dengan volume terbesar mencapai $15,9494 \text{ cm}^3/\text{VS}$. Hasil Chemical Oxygen Demand (COD) reduksi terendah terdapat pada urea 25 gram. Dengan penambahan 25 gram urea dan 2 gram mikronutrien $MgSO_4$, campuran substrat limbah makanan dan kotoran sapi menghasilkan kandungan gas metana (CH_4) terbesar.

Kata kunci maksimal 5 kata kunci. Gunakan tanda baca titik koma (;) sebagai pemisah dan ditulis sesuai urutan abjad

Limbah makanan, anaerobik, biogas, C/N rasio, urea

Hasil dan Pembahasan Penelitian, terdiri dari 1000-1500 kata, berisi: (i) kemajuan pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian, (ii) data yang diperoleh, (iii) hasil analisis data yang telah dilakukan, (iv) pembahasan hasil penelitian, serta (v) luaran yang telah didapatkan. Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. **Penyajian data dan hasil penelitian** dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya serta didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Biogas adalah gas yang dihasilkan pada proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob. Bahan-bahan organik tersebut antara lain : limbah sayuran, limbah makanan, kotoran hewan dan manusia dan semua limbah organik yang biodegradable. Kandungan utama biogas adalah gas metana (50-60%) dan karbon dioksida (40-50%) [1]. Limbah makanan adalah salah satu komponen terpenting dari limbah padat kota, didalamnya terdapat limbah makanan rumah tangga, limbah pengolahan makanan, limbah kantin dan restoran. Penumpukan limbah makanan semakin lama akan menjadi masalah global [2]. Menurut perhitungan jumlah limbah makanan di negara-negara Asia akan meningkat pada tahun 2025 dari 2,78 miliar ton menjadi 4,16 miliar ton [3]. Proses pengolahan yang masih menjadi andalan untuk mengolah limbah makanan adalah dengan metode landfill, hal ini tidak dapat dipungkiri karena bercampurnya semua sampah yang dihasilkan oleh masyarakat. Padahal metode landfill memiliki beberapa pengaruh buruk bagi lingkungan seperti berkurangnya lahan terbuka, air yang terkontaminasi karena adanya produksi lindi dari tumpukan sampah di landfill, serta emisi beracun yang dihasilkan dari tumpukannya [4]. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji mengenai beberapa metode pengolahan yang tepat untuk mengolah limbah makanan, analisis ini berdasarkan Life Cycle Assessment (LCA), hasilnya adalah proses pengolahan limbah menggunakan metode peruraian anaerobic menempati posisi pertama yang direkomendasikan, sedangkan metode lain seperti composting, pembakaran dan landfill masih memiliki dampak buruk yang lebih banyak bagi lingkungan [5].

Proses peruraian anaerobik atau anaerobic digestion adalah sebuah proses kompleks yang melibatkan beberapa bakteri yang berperan dalam proses hidrolisis hingga asidogenesis, sedangkan yang berperan dalam proses pembentukan biogas adalah methanogenic archea [6]. Methanogenic archea adalah mikroorganisme yang paling sensitif dalam proses pembentukan biogas sehingga diperlukan kondisi yang sesuai dalam lingkungan pertumbuhan archea tersebut [7].

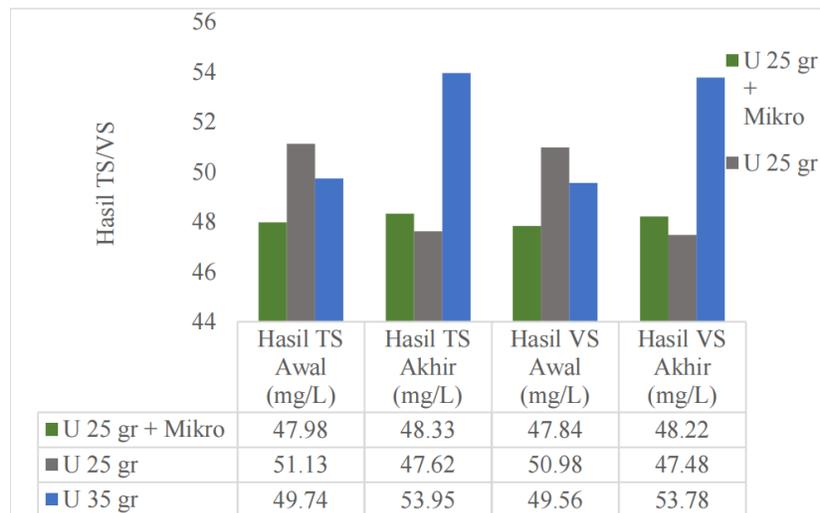
Rasio C/N mewakili jumlah karbon dan nitrogen dalam substrat dan merupakan parameter proses yang penting untuk proses anaerobik dengan jumlah padatan yang tinggi. Baik karbon maupun nitrogen sangat penting untuk pertumbuhan dan fungsi sel mikroorganisme. Nitrogen yang terdapat dalam substrat berfungsi untuk sintesis asam amino, protein, dan asam nukleat, sedangkan karbon berperan sebagai unit struktural serta sumber energi untuk mikroba. Bagian dari nitrogen organik yang ada dalam bahan baku diubah menjadi amonia. Amonia yang dihasilkan di dalam digester juga membantu menetralkan asam volatil yang dihasilkan oleh bakteri fermentatif dan membantu menjaga pH pada kisaran netral. Produksi biogas juga secara signifikan berkurang karena akumulasi amonia karena beracun bagi mikroorganisme metanogen [8] [9]. Secara umum, mikroorganisme anaerob memanfaatkan karbon 25-30 kali lebih cepat dibandingkan nitrogen. Sehingga untuk produksi biogas yang efisien, rasio C/N dalam bahan baku harus dipertahankan pada kisaran 20–30:1 [10].

Adanya kelebihan karbon, seperti dalam kasus limbah tanaman, dapat berdampak negatif dengan menghasilkan akumulasi CO₂ dalam biogas, sedangkan substrat yang kaya nitrogen seperti urin, limbah rumah potong hewan, kotoran hewan dan unggas dapat menyebabkan akumulasi amonia di dalam digester. Rasio C/N yang tepat dalam digester dapat dicapai dengan mengurai substrat yang kaya karbon dengan bahan baku yang kaya nitrogen seperti kotoran hewan, urin, dan limbah rumah potong hewan. Selain mengurangi masalah yang terkait dengan peruraian substrat, co-digesti juga meningkatkan hasil biogas [11].

Penelitian yang telah dilakukan berada pada tahap pengambilan data dan pengolahan hasil. Hasil yang didapatkan akan dibahas menurut klasifikasinya masing-masing :

Pada gambar 1 dapat dilihat hasil total solid (TS) dan volatil solid (VS) pada urea 25 gram dengan penambahan mikronutrien MgSO₄ 2 gram menghasilkan nilai TS awal dan akhir berturut turut sebesar 47,98 mg/L; 48,33 mg/L dan VS awal dan akhir berturut turut sebesar 47,84 mg/L; 48,22 mg/L. Peningkatan nilai TS dan VS pada urea 25 gram dengan penambahan mikronutrien MgSO₄ 2 gram dapat disebabkan karena bertambahnya jumlah sel mikroba yang akan terbawa dalam sampel dan dihitung sebagai padatan total [12].

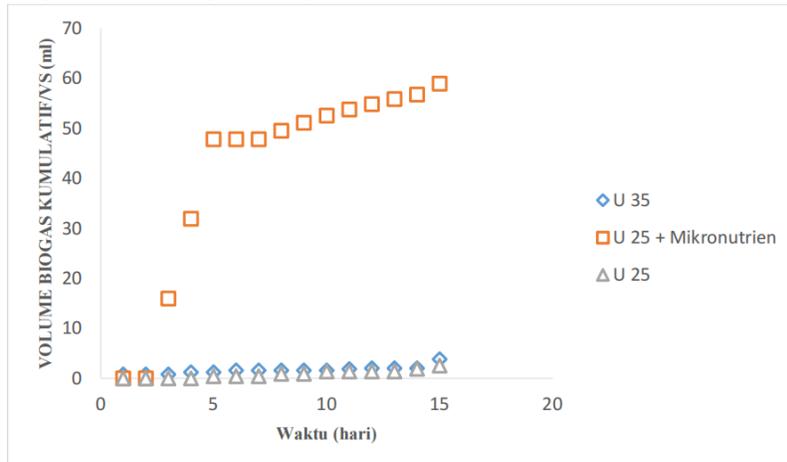
Pada urea 25 gram menghasilkan nilai TS awal dan akhir berturut-turut sebesar 51,13 mg/L; 47,63 mg/L dan nilai VS awal akhir berturut-turut sebesar 50,98 mg/L; 47,48 mg/L. Penurunan nilai TS dan VS ini terjadi karena bahan organik mengalami degradasi pada saat hidrolisis. Penurunan nilai TS paling besar dihasilkan oleh urea 25 gram karena pretreatment substrat dan urea 25 gram memungkinkan bahan organik berupa selulosa yang terdapat pada TS akan lebih mudah terdegradasi [13]. Pada urea 35 gram menghasilkan nilai TS awal dan akhir berturut-turut sebesar 49,74 mg/L; 53,95 mg/L dan VS awal dan akhir berturut-turut sebesar 49,56 mg/L; 53,78 mg/L. Pada urea 35 gram sama dengan urea 25 gram yaitu terjadi kenaikan nilai TS dan nilai VS.



Gambar 1. Hasil TS/VS

Pada penelitian ini produksi biogas optimal terletak pada penambahan 25 g dan mikronutrien MgSO₄ sebanyak 2 g dengan total produktivitas biogas sebesar 59,000 cm³/VS. Hal tersebut menunjukkan bahwa rasio C/N optimal dari penelitian masih berada pada range rasio C/N 20-30. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [14] yang menyatakan bahwa rasio C/N yang ideal untuk pencernaan anaerobik adalah antara 20 dan 30. Produksi biogas dari ketiga digester, yang bervariasi tergantung pada beberapa faktor, meningkat dan menurun. Hal ini terkait dengan bagaimana bakteri berkembang. Fase lag, fase eksponensial, fase stasioner, dan fase mati adalah empat fase yang ada di sana.

Total volume kumulatif biogas per massa VS yang dihasilkan pada percobaan dengan penambahan urea 25 g, urea 25 g dan penambahan mikronutrien $MgSO_4$, dan urea 35 g berturut turut adalah 12,9403 ml/VS, 624,8848 ml/VS, dan 24,4410 ml/VS.



Gambar 2. Yield Biogas

Mikronutrien yang digunakan pada penelitian ini yaitu $MgSO_4$ sebanyak 2 gram yang berfungsi sebagai regulator atau pengatur dalam penyerapan unsur lain seperti P dan K, membantu translokasi pati dan distribusi fosfor, serta aktifator berbagai jenis enzim [15]. Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang penambahan nutrisi Magnesium dari Magnesium Sulfat ($MgSO_4$) dan nutrisi Kalsium dari Kalsium Karbonat ($CaCO_3$) pada kultivasi *Tetraselmis chuii* untuk mendapatkan kandungan lipid maksimum. Persentase lipid maksimum didapat pada penambahan 2 gr $MgSO_4$ dan tanpa penambahan $CaCO_3$, yaitu sebesar 8,53% [16]. Maka dari itu, pada penelitian ini ditambahkan mikronutrien $MgSO_4$ sebanyak 2 gram.

Luaran telah di submit ke Jurnal Journal of Applied Agricultural Science and Technology dan dalam proses pre review.

Status Luaran, berisi **jenis, identitas** dan **status ketercapaian setiap luaran wajib** dan **luaran tambahan** (jika ada) yang dijanjikan. **Lampirkan bukti dokumen** ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan **bukti kemajuan** ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan. Jika sudah ada bukti hasil cek plagiarisme untuk karya tulis ilmiah dilampirkan (similaritas 25%)

STATUS LUARAN

Luaran wajib yang dijanjikan pada penelitian kali ini adalah publikasi pada jurnal nasional terakreditasi sinta 3, status saat ini adalah submitted dan proses pre review oleh editor (bukti email terlampir). Luaran tambahan berupa HKI poster penelitian masih dalam proses drafting.

Peran Mitra berupa **realisasi kerjasama** dan **kontribusi Mitra** baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan dan Pengembangan). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra **dilaporkan** sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. **Lampirkan** bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra.

PERAN MITRA

Tidak ada mitra dalam penelitian ini.

Kendala Pelaksanaan Penelitian berisi kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan.

KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN

Kendala pelaksanaan adalah proses analisis yang menunggu antrian penggunaan alat sehingga beberapa sampel tidak dalam kondisi yang terbaik saat dianalisis (karena adanya proses tunggu). Selain itu kendala yang cukup menghambat adalah lamanya proses review beberapa jurnal Teknik Kimia terakreditasi sehingga proses publikasi cukup terhambat.

Rencana Tahapan Selanjutnya berisi tentang rencana penyelesaian penelitian dan rencana untuk mencapai luaran yang dijanjikan jika belum tercapai.

RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA

Rencana tahapan selanjutnya adalah mengulang pengambilan beberapa data yang dirasa masih kurang sesuai dan melanjutkan proses publikasi karya ilmiah dan pembuatan poster.

Daftar Pustaka disusun dan ditulis **berdasarkan sistem nomor** sesuai dengan urutan pengutipan. **Hanya pustaka yang disitasi/diacu** pada laporan kemajuan saja yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka. **Minimal 15 referensi.**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Bharathiraja, T. Sudharsana, J. Jayamuthunagai, R. Praveenkumar, S. Chozhavendhan and J. Iyyappan, "Biogas production – A review on composition, fuel properties, feed stock and principles of anaerobic digestion," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 90, pp. 570-582, 2018.
- [2] G. C. Tojo, E. Trably, M. Rouez, M. Crest, J. P. Steyer, J. P. Delgenès and R. Escudié , "Dry anaerobic digestion of food waste and cardboard at different substrate loads, solid contents and co-digestion proportions," *Bioresource Technology*, vol. 233, pp. 166-175, 2017.
- [3] M. Melikoglu, C. S. K. Lin and C. Webb , "Analysing global food waste problem: pinpointing the facts and estimating the energy content," *Central European Journal of Engineering*, vol. 3, pp. 157-164, 2013.
- [4] E. U. Kiran and Y. Liu, "Bioethanol production from mixed food waste by an effective enzymatic pretreatment," *Fuel*, vol. 159, pp. 463-469, 2015.

- [5] A. Gao, Z. Tian, Z. Wang, R. Wennersten and Q. Sun, "Comparison between the technologies for food waste treatment," *Energy Procedia*, vol. 105, p. 3915 – 3921, 2017.
- [6] H. M. Jang, H. J. Ha, J. M. Park, M.-S. Kim and . S. G. Sommer, "Comprehensive microbial analysis of combined mesophilic anaerobic–thermophilic aerobic process treating high-strength food wastewater," *Water Research*, vol. 73, pp. 291-303, 2015.
- [7] M. Tabatabaei, R. A. Rahim and N. Abdullah, "Importance of the methanogenic archaea populations in anaerobic wastewater treatments," *Process Biochemistry*, vol. 45, no. 8, pp. 1214-1225, 2010.
- [8] K. Sheng, X. Chen, J. Pan, R. Kloss, Y. Wei and Y. Ying, "Effect of ammonia and nitrate on biogas production from food waste via anaerobic digestion," *Biosystems Engineering*, vol. 116, no. 2, pp. 205-212, 2013.
- [9] Y. Jo, R. D. A. Cayetano, . G. B. Kim, J. Park and S. H. Kim , "The effects of ammonia acclimation on biogas recovery and the microbial population in continuous anaerobic digestion of swine manure," *Environmental Research*, vol. 212, 2022.
- [10] X. Wang, G. Yang, Y. Feng, G. Ren and X. Han, "Optimizing feeding composition and carbon–nitrogen ratios for improved methane yield during anaerobic co-digestion of dairy, chicken manure and wheat straw," *Bioresource Technology*, vol. 120, p. *Bioresource Technology*, 2012.
- [11] Z. Wang, Y. Hu, S. Wang, G. Wu and X. Zhan, "A critical review on dry anaerobic digestion of organic waste: Characteristics, operational conditions, and improvement strategies," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 176, 2023
- [12] Dew, M. N., Visca, R., Mustopa, A., Kimia, T., Teknologi, F., Universitas, I., Jalan, J., Bogor, R., 28, K., & Timur, J. (2018). Pengaruh Penambahan EM (Effective Microorganism) Terhadap Produksi Biogas dari Air Limbah Industri Makanan.
- [13] Rambe, S. M., & Dan Irvan, I. (2014). Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Reaksi Hidrolisis Pada Pra-Pembuatan Biogas Dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit The Effect Of Residence Time To The Hydrolysis Reaction On The Pre-Production Of Biogas From Palm Oil Mill Effluent. In *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* (Vol. 25, Issue 1).
- [14] Galih Munkar, S. W. D. N. (2017). PENGARUH C/N RATIO PADA PRODUKSI BIOGAS DARI DAUN ECENG GONDOK DENGAN METODE LIQUID ANAEROBIC DIGESTION (L-AD). *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 6, No.3, 1–8. <http://ejournal.s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- [15] Nyoman Bangbang Primaryadi, I., Agung Made Dewi Anggreni, A., Made Wartini, N., Jurusan Teknologi Industri Pertanian, M., Teknologi Pertanian UNUD, F., & Jurusan Teknologi Industri Pertanian, D. (2015). PENGARUH PENAMBAHAN MAGNESIUM SULFAT HEPTAHIDRAT DAN FERI KLOORIDA PADA BLUE GREEN MEDIUM-11 TERHADAP KONSENTRASI BIOMASSA MIKROALGA *Tetraselmis chuii* (Vol. 3, Issue 2).
- [16] Pratiwi, A., & Purba, E. (n.d.). PENENTUAN JUMLAH NUTRISI MAGNESIUM DARI $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ DAN BESI DARI $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ PADA KULTIVASI *Tetraselmis chuii* TERHADAP KANDUNGAN LIPID MAKSIMUM DETERMINATION NUMBER OF MAGNESIUM NUTRITIONS FROM $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ AND IRON FROM $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ON *Tetraselmis chuii* CULTIVATION TO THE MAXIMUM LIPID CONTACT. <http://journalbalitbangdalamampung.org>

LAMPIRAN-LAMPIRAN:

- a. Luaran wajib penelitian dan status capaiannya
- b. Luaran tambahan penelitian dan status capaiannya, jika ada
- c. Hasil cek plagiarisme maksimal 25% (jika sudah ada luaran artikel)
- d. *Logbook* (Catatan Harian) (diinput dan diunduh dari portal)
- e. Bukti pembimbingan (khusus skema PDP)
- f. Dokumen realisasi Kerjasama dengan Mitra untuk jenis riset terapan dan riset pengembangan.

Lampiran 1
Bukti submit jurnal

[JAAST] New notification from Journal of Applied Agricultural Science and Technology Eksternal Kotak Masuk x



Edi Syafri edisyafri11@gmail.com lewat jaast.org
kepada saya ▾

Rab, 1 Nov, 15.37 ★ ↶ ⋮

Terjemahkan ke Indonesia X

You have a new notification from Journal of Applied Agricultural Science and Technology:

You have been added to a discussion titled "Pre-review by editor team & Similarity Check using Turnitin" regarding the submission "BIOGAS PRODUCTION FROM VARIOUS VEGETABLE WASTE USING THE MESOPHILIC BATCH PROCESS".

Link: <https://www.jaast.org/index.php/jaast/authorDashboard/submission/242>

Edi Syafri

This is an automated message. Please do not reply to this email.
You can email to jurnaljaast@gmail.com

Lampiran 2 Log Book

No	Tanggal	Kegiatan	Catatan	File Bukti	Aksi
1	19 November 2023 - 08:50:00	Pengulangan uji biogas	Pengulangan analisis beberapa sampel yang kurang sesuai		
2	15 November 2023 - 08:40:00	Rapat draft hasil sementara	pemilihan data		
3	25 Oktober 2023 - 10:00:00	rapat evaluasi dengan tim	pembahasan hasil uji sementara		
4	09 Oktober 2023 - 09:35:00	Uji COD	Melakukan uji COD dengan metode heater dan pembacaan dengan spektro		
5	29 September 2023 - 09:20:00	Pengukuran gas pada gasometer	Pencatatan telah dilakukan mulai running 1, dilanjutkan perhitungan setiap harinya		
6	19 September 2023 - 14:35:00	Pengujian TS VS	Dilakukan pada sampel 1		
7	22 Agustus 2023 - 14:35:00	Running 1	Semua reaktor dijalankan		
8	09 Agustus 2023 - 09:00:00	Persiapan penelitian	persiapan alat dan bahan-bahan yang digunakan - uji kebocoran - merangkai gasometer dan reaktor		