

Analisis Kadar Volatil dan Kadar Abu Sampah di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Alvin Dwi Kusuma A.¹, Vivin Setiani^{1*}, dan Amanda Rosalina²

¹ Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

² Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: vivinsetiani@ppns.ac.id

Abstrak

Peningkatan jumlah civitas akademika di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya berdampak langsung terhadap bertambahnya volume dan keragaman timbunan sampah di lingkungan kampus. Untuk mendukung pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan, diperlukan analisis karakteristik kimia sampah, khususnya kadar volatil dan kadar abu untuk menentukan metode pengolahan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik kadar volatil dan kadar abu dari berbagai jenis sampah non-B3 yang dihasilkan di PPNS. Metode yang digunakan adalah pembakaran pada suhu tinggi menggunakan furnace, dengan acuan *Standard Method 2540 E* untuk analisis kadar volatil dan ASTM E 830-87 untuk kadar abu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar volatil tertinggi terdapat pada sampah plastik jenis LDPE sebesar 97,69%, sedangkan kadar terendah terdapat pada sampah logam sebesar 25,64%. Adapun kadar abu tertinggi ditemukan pada logam (96,93%) dan yang terendah pada plastik jenis HDPE (6,99%). Berdasarkan hasil tersebut, jenis sampah dengan kadar volatil tinggi berpotensi untuk diolah menggunakan teknologi termal, sementara sampah logam lebih sesuai untuk didaur ulang.

Keywords: karakteristik sampah, daur ulang, sampah non-B3, pengelolaan sampah, teknologi termal

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah yang perlu mendapat perhatian, karena sampah umumnya selalu meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan laju pertumbuhan penduduk (Widyawati & Hutagalung, 2020). Civitas akademik di Kampus PPNS dari tahun 2017 hingga tahun 2024 mengalami pertambahan, yaitu dari 3.030 meningkat menjadi 5.279 orang (PPNS, 2024). Sejalan dengan meningkatnya jumlah civitas akademik dan segala aktivitasnya, jumlah sampah yang dihasilkan akan terus bertambah seiring berjalannya waktu dan jenisnya semakin beragam (Supit dkk., 2019). Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah diperlukan suatu sistem pengelolaan yang bertujuan untuk mengurangi timbunan yang dihasilkan serta melakukan suatu penanganan terhadap timbunan yang dihasilkan agar sampah pada daerah tersebut dapat dikelola dengan baik. Peningkatan jumlah mahasiswa dan civitas akademik kampus mengakibatkan tuntutan dalam pemenuhan pengelolaan sampah kampus yang baik dan tepat. Pengelolaan sampah dapat dilakukan melalui pengurangan dan penanganan sampah. Agar masalah persampahan dapat teratasi secara tepat guna terlebih dahulu perlu diketahui mengenai karakteristik sampah yang dihasilkan (Pramita Sari Anungputri dkk., 2019).

Karakteristik sampah yang perlu diketahui salah satunya karakteristik kimia, yaitu kadar volatil dan kadar abu sampah. Kadar volatil merupakan materi yang mudah menguap. Penentuan pengujian kadar volatil bertujuan untuk memperkirakan seberapa besar efektivitas pengurangan sampah menggunakan metode pembakaran teknologi tinggi. Kadar volatil menunjukkan kandungan organik yang hilang pada saat pemanasan (Nanda C., 2022). Kadar abu merupakan sisa proses pembakaran pada suhu tinggi, penentuan kadar abu ini dapat dilihat keefektifan kinerja proses pembakaran tersebut (Pramudia dkk., 2024). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar volatil dan kadar abu dari sampah di PPNS yang dikumpulkan dari beberapa lokasi berbeda. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi pengelolaan sampah yang efektif.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan metode permbakaran dengan suhu tinggi menggunakan furnace. Alat yang digunakan dalam analisis kadar volatil dan kadar abu selain itu, yaitu Alat yang digunakan untuk analisis kadar volatil dan kadar abu, antara lain timbangan digital, cawan krusibel, desikator, sarung tangan kain dan capitan besi. Pembakaran menggunakan furnace ini bertujuan untuk membanding berat sampel sampah sebelum dan sesudah pembakaran.

2.2 Sampel Sampah yang di Ujikan

Sampel sampah yang diambil untuk pengujian, yaitu sampel yang didapat dari setiap jenis sampah selama pengumpulan 8 hari. Data jenis sampah didapatkan dari pengamatan secara langsung di kampus PPNS pada 12 titik lokasi. Lokasi yang diambil, antara lain gedung E, gedung C, gedung T, gedung I, gedung K, gedung J, gedung M, gedung P, Kantin, Masjid, Taman Depan, dan Belakang. Berat sampel yang diambil dalam pengujian sebesar 1 gram setiap sampelnya. Pengukuran kadar volatil dan kadar abu sampah dilakukan setelah pengujian kadar air.

2.3 Pengujian Kadar Volatil dan Kadar Abu Sampah

Pengujian kadar volatil berdasarkan *Standard Method 2540 E* (2005) tentang prosedur pengujian laboratorium *fixed and volatile solid*. Sampel uji yang telah dikeringkan pada saat uji kadar air akan dipanaskan kembali menggunakan furnace dengan suhu 550 - 600°C selama 2 jam. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam desikator kemudian di timbang.

Pengujian kadar abu berdasarkan ASTM E 830-87 (2004) tentang metode uji standar untuk kadar abu dalam sampel analisis bahan bakar yang berasal dari sampah. Dilakukan pemanasan terhadap sisa sampel dari uji kadar volatil. Sampel dipanaskan ke dalam *furnace* dengan suhu 950°C selama 7 menit. Sehingga kadar abu dinyatakan sebagai persen rasio berat yang tersisa setelah pemanasan.

2.2.1 Kadar Volatil

Perhitungan kadar Volatil berdasarkan *Standard Method 2540 E* (2005) dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kadar Volatil} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

A = Berat cawan dengan sampah sebelum uji kadar air (gram)

B = Berat cawan dengan sampah sebelum dimasukkan ke furnace (gram)

C = Berat cawan dengan sampah setelah dimasukkan ke furnace (gram)

2.2.2 Kadar Abu

Perhitungan kadar abu berdasarkan ASTM E 830-87 (2004) dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kadar Abu} = \frac{B-A}{C-A} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

A = Berat cawan kosong (gram)

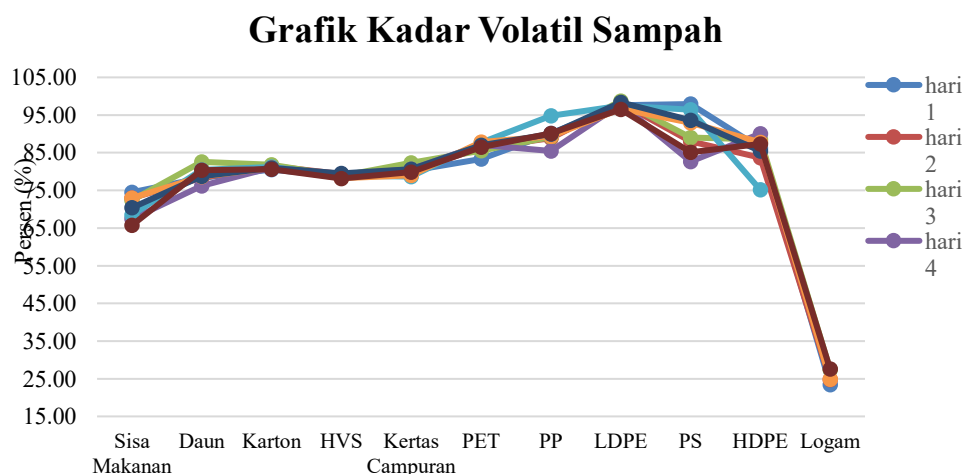
B = Berat cawan dengan sampah setelah dimasukkan ke furnace (gram)

C = Berat cawan dengan sampah setelah uji kadar air (gram)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kadar Volatil Sampah

Analisis kadar volatil dilakukan setelah pengukuran kadar air. Nilai kadar volatil menunjukkan besar persentase material yang menguap pada suhu 600°C yang terkandung dalam komponen sampah (Aninuddin & Rosariawari, 2021). Presentase hasil pengujian kadar volatil sampah di PPNS setiap jenis sampahnya dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut.



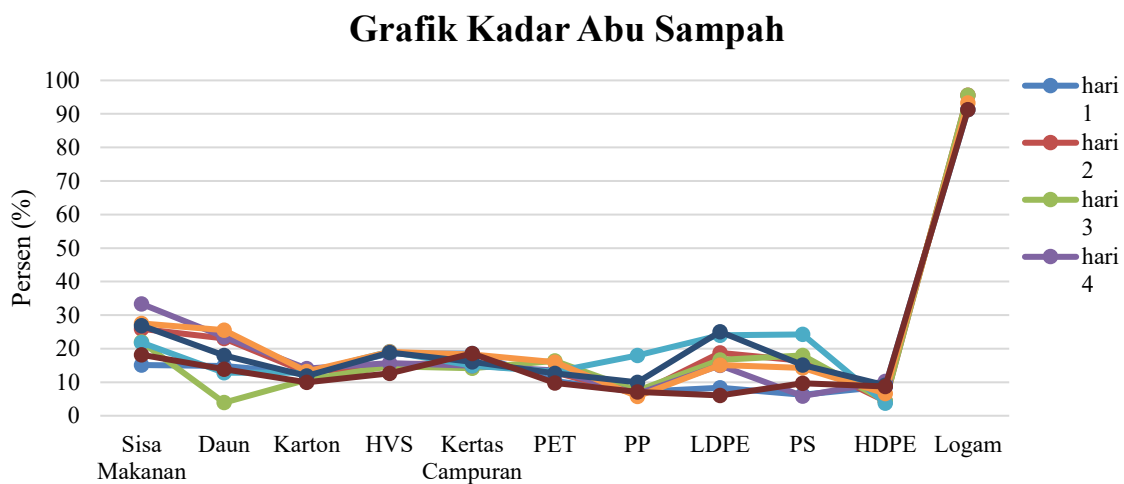
Gambar 1. Grafik Pengujian Kadar Volatil Sampah

Berdasarkan **Gambar 2** rata-rata hasil pengukuran kadar volatil selama 8 hari yang paling besar adalah sampah plastik LDPE (97,69%). Hal ini disebabkan tingginya nilai kalor plastik, dimana plastik terbuat dari petroleum atau gas alam sehingga menyimpan kandungan energi yang sangat tinggi dibandingkan dengan komponen lain dalam sampah (Raharjani, 2019). Hasil pengukuran kadar volatile rata-rata selama 8 hari yang

paling kecil adalah logam (25,64%). Hal ini dikarenakan logam memiliki nilai kalor kaleng sangat rendah, yaitu 37 kkal/kg. Sehingga komponen ini tidak direkomendasikan untuk diolah menjadi energi. Namun dapat direduksi dengan daur ulang atau recycle (Widiatmika, 2015). Kadar volatil dipengaruhi oleh komposisi sampah organik. Semakin tinggi kadar organik sebuah bahan, semakin mudah bahan tersebut terbakar, dan semakin tinggi nilai kalornya serta berbanding lurus dengan peningkatan nyala api (Triliani dkk., 2016). Satuan yang digunakan kadar volatil adalah persen % (berat kering), sebagai rasio berat bagian volatil sampah terhadap kadar padatan sampah (Damanhuri dkk., 2016). Semakin tinggi kadar volatil sampah, kemampuan sampah untuk dibakar semakin tinggi dan kadar abu semakin rendah. Hal ini menjelaskan bahwa pembakaran sampah menggunakan metode pembakaran berteknologi tinggi untuk mereduksi jumlah sampah dapat diterapkan untuk mengurangi sampah secara signifikan (Raharjo, 2015).

3.2 Analisis Kadar Abu

Analisis kadar abu ini berguna untuk mendapatkan berat residu yang tersisa dari proses pembakaran dengan suhu tinggi yakni 950°C. Sehingga perhitungan kadar abu adalah massa yang masih tersisa pada cawan yang telah terbentuk abu (Aninuddin & Rosariawari, 2021). Berikut gambar grafik hasil analisis pengukuran kadar abu sampah di PPNS. Presentase hasil pengujian kadar abu sampah di PPNS setiap jenis sampahnya dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut.



Gambar 2. Grafik Pengujian Kadar Abu

Berdasarkan **Gambar 3** kadar abu yang paling besar adalah logam (96,93%). Kadar abu sampah logam yang tinggi bukan disebabkan oleh abu itu sendiri, melainkan karena kandungan material penyusun logam yang tidak mudah terbakar atau terurai. Kaleng yang umumnya terbuat dari logam (seperti baja atau aluminium), tidak akan terbakar habis saat dibakar, sehingga menyisakan residu berupa abu yang merupakan bagian dari material aslinya (Fuja Andre Sal, 2024). Kadar abu sampah yang paling rendah adalah sampah plastik HDPE (6,99%). Hal ini disebabkan nilai kalor plastik yang cukup tinggi yaitu sebesar 5.166 kkal/kg, sehingga menyebabkan sampah mudah dilakukan pembakaran. Tinggi rendahnya kadar abu yang terdapat pada sampah menunjukkan besarnya residu yang dihasilkan setelah terjadinya pembakaran (Raharjani, 2019). Biasanya yang menjadi abu setelah proses pembakaran adalah mineral yang ada di dalam bahan bakar atau sampah. Kadar abu dinyatakan sebagai persen rasio berat bagian sampah yang tersisa setelah pemanasan terhadap berat (kadar) padatan sampah (Damanhuri dkk., 2016). Semakin kecil kadar abu maka semakin sedikit residu sampah yang dihasilkan. Sampah jenis logam memiliki kadar abu yang sangat besar sehingga kurang efisien jika dilakukan pengolahan dengan metode pembakaran. Metode pengolahan yang tepat untuk pengolahan sampah jenis logam dapat menggunakan metode *press*. Pada metode *press* sampah logam dapat berkurang volumenya hingga 87% dan memudahkan dalam proses daur ulang selanjutnya (Tahir & Musakirawati, 2022).

4 KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kadar volatil dan kadar abu setiap jenis sampah berbeda-beda. Kadar volatil sampah di PPNS setiap jenisnya, yaitu sisa makanan (70,61%), daun (79,20%), HVS (78,85%), karton (81,06%), kertas campuran (80,17%), PET (86,42%), PP (89,75%), LDPE (97,69%), HDPE (85,52%), PS (90,72%), logam (25,64%). Sedangkan untuk kadar abu sampah di PPNS setiap jenisnya, yaitu sisa makanan (23,84%), daun (16,93%), HVS (16,74%), karton (12,27%), kertas campuran (16,43%), PET (13,05%), PP (8,57%), LDPE (16,12%), HDPE (6,99%), PS (13,73%), logam (96,93%). Berdasarkan hasil analisis kadar volatil dan kadar abu sampah di PPNS pengolahan dengan metode termal dengan pembakaran berteknologi tinggi dapat

mereduksi besar sampah yang dihasilkan. Pada sampah logam untuk metode tersebut kurang efektif, sebaiknya dilakukan pengolahan berbeda seperti dengan metode pressing sampah. Metode *Pressing* sampah ini dapat mengurangi volume sampah sebesar 87% dan memudahkan dalam proses daur ulang selanjutnya.

5 TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada PPNS khususnya tim UI *Green Metric* PPNS atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Tidak lupa, penulis mengapresiasi pihak laboran, serta seluruh pihak yang turut membantu dalam pengumpulan data dan pelaksanaan studi lapangan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aninuddin, M. ., & Rosariawari, F. (2021). *Potensi Pemanfaatan Sampah Tps Di Kabupaten Gresik Sebagai Bahan Bakar Refused Derived Fuel (Studi Kasus Tps Peganden)*. Jurnal ESEC Teknik Lingkungan, 2(1), 67–80.
- Damanhuri, Erni, & Padmi, T. (2016). *Pengelolaan Sampah Terpadu Bandung*.
- Fuja Andre Sal, T. B. S. (2024). *Pengelolaan Sampah Kaleng Bekas Minuman Menjadi Barang Bernilai*. Jurnal Ilmiah Multidisiplin, Vol. 2(No. 1), 57–61.
- Indonesia. (2008). *Undang Undang Republik Indonesia Nomer 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah*. Undang Undang Republik Indonesia Nomer 18 Tahun 2008.
- Nanda, C. (2022). *Studi Timbulan, Komposisi, Karakteristik dan Potensi Daur Ulang Sampah Kabupaten Solok Selatan Tahun 2019*. Tugas Akhir 1–85.
- Pramita Sari Anungputri, Puspita Yulindari, & Erdi Suroso. (2019). *Karakterisasi Sampah di Lingkungan Universitas Lampung*. Journal of Tropical Upland Resources (J. Trop. Upland Res.), 1(1), 171–176.
- Pramudia, F., Afrianisa, D., & Alala, P. S. (2024). *Analisis Timbulan dan Karakteristik Sampah Mudah Terbakar di TPA Banjarsari Kabupaten Bojonegoro sebagai Bahan Baku Refuse Derived Fuel*. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan XII 2024, 1–11.
- Raharjani, A. K. (2019). *Analisis Karakteristik Fisika dan Kimia Sampah Plastik Hotel di Kota Yogyakarta*. 1–14.
- Raharjo, S. (2015). *Studi Timbulan, Komposisi, Karakteristik, Dan Potensi Daur Ulang Sampah Non Domestik Kabupaten Tanah Datar*. Jurnal Dampak, 12(1), 27.
- Supit, G. R., Maddusa, S. S., & Joseph, W. B. S. (2019). *Analisis Timbulan Sampah Di Keluarahan Kecamatan Singkil Kota Manado Tahun 2019*. Jurnal KESMAS, Vol. 8(5), 51–58.
- Tahir, A., & Musakirawati, M. (2022). *Rancang Bangun Mesin Pres Kaleng Bekas Minuman Model Eksentrik*. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, 9(2), 163–173.
- Triliani, A. A., Andeski, D. S., Anggraini, G., Ikhsan, I., & Aprilin, N. (2016). *Praktikum Laboratorium Lingkungan*. 1407121334, 1–18.
- Widiatmika, K. P. (2015). *Studi Timbulan Komposisi Dan Karakteristik Sampah Domestik Kecamatan*. Etika Jurnalisme Pada Koran Kuning : Sebuah Studi Mengenai Koran Lampu Hijau, 16(2), 39–55.
- Widyawati, W., & Hutagalung, W. L. C. (2020). *Analisis Timbulan Dan Komposisi Sampah Untuk Potensi Reduksi Sampah Di Kelurahan Selamat*. Jurnal Engineering, 2(2), 86–95.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: *Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C (2540 E)*.
- America Standard Test Method E 830-87. 2004. *Standard Test Method for Ash in The Analysis Sample of Refuse Derived Fuel*. ASTM International.