

PENGEMBANGAN BIOGAS SAMPAH PASAR

Budi Nining Widarti, Gadis Dilasari, dan Edhi Sarwono
Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
E-mail : *budi.nining@unmul.ac.id*

ABSTRACT

The traditional market has degradable waste, especially from the types of vegetables and leftover food, the waste is not managed properly will potentially cause disease and poor aesthetics. There are various kinds of recycling and waste utilization efforts to reduce the potential negative impacts and produce a product that is more economically valuable so that the volume of waste does not continue to increase. Based on this consideration, it is necessary to study the generation and composition of waste as well as the potential for biogas from waste in Pasar Pagi Samarinda. The organic material of Pasar Pagi waste which is used as energy through the anaerobic digestion process can be considered from the quality of the biogas and the volume of biogas produced.

The determination of waste generation and volume of waste is calculated based on the number of traders in the Pasar Pagi. The biogas production in the digester uses organic waste raw materials from Pasar Pagi and rumen liquid in a ratio of 1:1. The Calculation of gas formed was carried out using a U manometer, temperature measurements using a thermometer, pH measurements using a pH meter were carried out every day and VS measurements were carried out every seven days.

The mass of Pasar Pagi waste was 1.81 kg/trader/day and for the volume unit is 4.90 L/trader/day. The total composition of organic waste for vegetables, fruit, and food waste was 85.5%, organic waste in the form of cardboard or paper waste was 2.9%, the composition of plastic waste was 10.7% and metal was 0.9%. The pH of the digester during the formation of biogas shows an acidic condition, and the increase in pH that occurs is only able to reach pH 6 or close to neutral. The temperature in the digester at the beginning of the process tends to increase, then decreases and increases again at the of the process, but does not affect the biogas production that is still ongoing. The addition of cow rumen contents was able to increase the volume of biogas formed in organic matter and the VS value decreased every week accompanied by the increase in biogas production. This shows that the organic waste in Pasar Pagi has the potential for biogas production.

Keyword: waste, anaerobic digestion, biogas

1. PENDAHULUAN

Pemerintah melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional. Kebijakan tersebut dengan mengembangkan energi

alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak, salah satu energi alternatif yang merupakan sumber energi terbarukan adalah biogas.

Biogas merupakan salah satu sumber energi terbarukan dan ramah terhadap lingkungan. Biogas berasal dari bahan organik yang terdegradasi melalui proses anaerob dan produk utama berupa metana.

Komponen sampah pasar berupa bahan organik yang dapat terdegradasi terutama jenis sayuran dan sisa makanan (Santosa and Sujito, 2021). Keberadaan sampah dapat dikurangi dengan daur ulang dan pemanfaatan sampah (Chaerul and Dewi, 2020).

Timbulan sampah berpotensi menimbulkan sarang penyakit dan mengganggu estetika. Pengelolaan sampah pada sumber berdasarkan timbulan dan komposisi sampah (Hairuddin *et al.*, 2020). Proyeksi timbulan sampah perlu dilakukan untuk mengetahui besarnya jumlah sampah yang perlu dikelola pada tahun mendatang (Tampuyak, 2016).

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengelolaan sampah terpadu kawasan pasar dengan melakukan kajian timbulan sampah Pasar Pagi Kota Samarinda. Bahan organik dari sampah Pasar Pagi yang akan dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobic digestion. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik sampah Pasar Pagi Kota Samarinda berupa volume, timbulan dan komposisi sampah yang dimanfaatkan menjadi biogas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sampah organik merupakan sampah yang dapat terdekomposisi menjadi bahan yang lebih kecil, tidak berbau. Komposisi sampah organik pasar sekitar 95% dan dari pemukiman sekitar 75% sehingga karena sampah berupa sampah organik maka mudah dalam penanganannya (Mustiadi, 2020).

Biogas merupakan bentuk optimalisasi salah satu energi alternatif yang dapat diperbaharui yang ramah terhadap lingkungan. Degradasi bahan organik dengan proses anaerobic akan menghasilkan biogas. Proses biogas dengan digester anaerobic dapat menggunakan bahan organik yang terdiri dari satu atau lebih bahan organik (Sudarno, 2016).

Komponen biogas terdiri dari CH₄ sekitar 54-70% vol, CO₂ sekitar 20-45% vol, disusul H₂S, NH₃, H₂, N₂ dan H₂O dalam jumlah kecil. Kandungan metana akan menentukan kandungan energi pada biogas, semakin tinggi kandungan biogas maka akan semakin besar kandungan metana dalam biogas tersebut (Harihastuti, 2014).

Proses anaerobik menggambarkan penguraian alami bahan organik tanpa adanya oksigen menjadi gas kaya metana (biogas) melalui interaksi yang kompleks dan sinergis dari berbagai jenis mikroorganisme termasuk bakteri hidrolitik, fermentatif, asidogenik, dan metanogenik. Kelompok mikroorganisme pertama mengeluarkan enzim, yang menghidrolisis bahan polimer seperti protein dan polisakarida menjadi monomer seperti glukosa dan asam amino. Bakteri fermentatif mengubah monomer ini menjadi asam organik, terutama asam propionat dan asetat. Bakteri asidogenik mengubah asam ini menjadi hidrogen, karbon dioksida dan aseptayang digunakan metanogen melalui dua jalur utama untuk menghasilkan metana dan karbon dioksida (Kumar, 2012).

Menurut Afrian (2017), salah satu factor pendukung dalam pertumbuhan mikroba pada pembentukan biogas adalah pH, kondisi pH dapat untuk mengontrol perubahan tingkat keasaman bahan campuran.

Menurut Rahayu (2015), dalam mendekomposisi zat organik menjadi biogas, mikroorganisme memerlukan nutrisi dalam jumlah yang cukup dan kondisi lingkungan yang sesuai untuk perkembangannya sehingga dapat bekerja dengan optimal dalam mendegradasi zat organik tersebut. Nutrisi dan sintesis kimia yang diperlukan berupa makronutrisi dan mikronutrisi, suhu sekitar 35°C pada proses mesofilik dan 55°C pada proses termofilik dan pH netral atau 7.

3. METODE PENELITIAN

Data timbulan sampah dan volume biogas perhari, serta data sekunder berupa data pengembangan pasar dan jumlah pedagang di pasar pagi. Pembuatan biogas pada digester menggunakan bahan baku sampah organik dari Pasar Pagi dan cairan rumen dengan perbandingan 1:1. Perhitungan gas yang terbentuk dilakukan menggunakan manometer U, pengukuran suhu dan pH dilakukan perhari dan pengambilan serta penentuan VS dilakukan pertujuh hari.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Timbulan sampah Pasar Pagi untuk satuan berat adalah 1,81 kg/pedagang/hari dan untuk satuan volume adalah 4,90 L/pedagang/hari. Komposisi total sampah organik

untuk sayur, buah, dan sisa makanan sebesar 85,5%, sampah organik berupa sampah kardus/kertas didapatkan sebesar 2,9%, sampah plastik sebesar 10,7% dan logam sebesar 0,9%. Sampah organik mendominasi dalam sampah ini sedangkan jenis sampah yang kurang atau sedikit dihasilkan yaitu sampah jenis logam.

Penelitian ini memanfaatkan sampah organik yang telah dipilah di TPS Pasar Pagi menjadi bahan pembuatan biogas. Sampah organik dicampur dengan rumen sapi. Rumen sapi mengandung bakteri metanogenik yang berperan dalam menguraikan bahan organik menjadi metana (Juraida et al., 2019). Selain itu, rumen digunakan sebagai biostarter karena kadungan bahan organik yang tinggi dalam rumen yang dapat mempercepat pembentukan biogas.

Perubahan pH merupakan indikator kehidupan bakteri yang terdapat pada substrat digester. Hasil penelitian nilai pH mengalami perubahan naik-turun yang dapat mendukung bakteri metanogenik memproduksi biogas. Menurut Praptiwi (2021), nilai pH awal proses dibawah 6, menunjukkan sedang dalam proses asidifikasi, hal ini sesuai dengan hasil penelitian pada minggu pertama pH dalam keadaan rentang 5,23 – 5,50. Nilai pH yang turun menunjukkan bakteri penghasil asam tumbuh dengan baik dan proses pada tahap asidifikasi berjalan. Substrat sampah organik dengan rumen sapi mampu mempercepat asetogenesis. Berdasarkan Darmawati (2015), penambahan rumen sapi dapat mempercepat penguraian pada tahap hidrolisis dan asetogenesis sebagai persiapan tahap metanogenesis.

Pada minggu ke-2 nilai pH 6, hal ini karena bakteri pembentuk metana mengkonsumsi asam asetat dan mengubah menjadi metana dan karbondioksida, sehingga pH dalam digester menjadi naik. Pada kondisi ini senyawa hasil proses asitogenik akan digunakan oleh bakteri metanogenik untuk dikonversi menjadi CH_4 dan CO_2 , pada minggu ke -2 ini dilihat dari kenaikan pH mendekati kondisi ideal pertumbuhan metanogen.

Pada minggu ke 3-5 kondisi pH tidak stabil yaitu pada rentang 5,0-6,16. Hasil pengamatan pH pada digester selama proses pembentukan biogas menunjukkan pH kondisi asam, peningkatan pH maksimal pada pH 6 atau mendekati netral. Hal ini menunjukkan dalam waktu tersebut bakteri asam mendominasi dalam digester yang namun masih mampu menghasilkan metana.

Hal ini diperkuat oleh Dewilda (2013) bahwa bakteri metana mampu bertahan pada kondisi pH dibawah 4 namun bakteri metanogenesis tersebut tidak dapat menghasilkan metana secara optimal. Perubahan pH harian selama penelitian ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Perubahan pH.

Pertumbuhan mikroorganisme pengurai dalam proses anaerob dipengaruhi oleh suhu. Menurut Rahim (2017), bahwa suhu akan mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam proses pembentukan biogas. Berikut ini merupakan hasil pengukuran suhu setiap hari selama pengamatan yang ditampilkan pada Gambar 2.



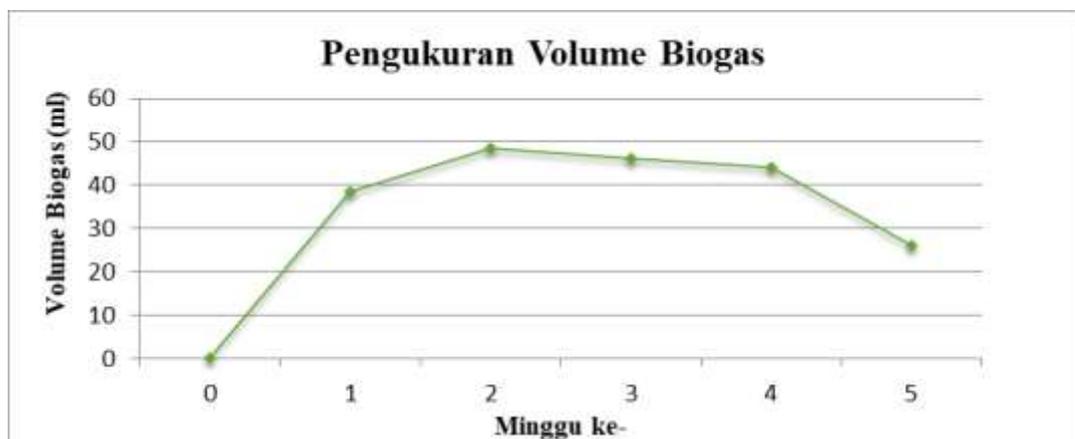
Gambar 2. Pengukuran Suhu Harian

Gambar 2. Menunjukkan perubahan suhu pada hari ke 1- 12 suhu digester mengalami peningkatan hal ini disebabkan oleh aktivitas bakteri anaerob, pada hari ke

13-15 terjadi penurunan suhu digester. Kemudian kembali mengalami peningkatan pada hari ke-16 – 21 mencapai 31,8°C.

Kondisi pada ke 22-28 suhu mengalami peningkatan, suhu menurun pada hari ke 28-30, meningkat kembali dan hari ke 32-34 kondisi suhu mulai menurun. Pada digester suhu mulai menurun disebabkan karena produksi gas yang semakin menurun pada hari ke 24 tersebut. Sesuai dengan Yahya (2017), bahwa mikroorganisme tidak tahan terhadap perubahan suhu yang ekstrim hal ini akan mengakibatkan penurunan populasi mikroorganisme sehingga akan mempengaruhi produksi biogas. Suhu mesofilik sesuai untuk kondisi perkembangan bakteri metanogenesis untuk menghasilkan gas metana. Selama proses anaerob untuk perkembangan bakteri dalam digester dipengaruhi oleh suhu.

Biogas yang dihasilkan selama proses anaerob 34 hari diakumulasikan yang disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Biogas Mingguan

Volume biogas didapat dari akumulasi yang dihasilkan volume biogas menunjukkan peningkatan pada minggu pertama sebesar 38,38 mL. Pada minggu ke-2 volume biogas mengalami peningkatan sebesar 48,52 mL. Campuran sampah organik pasar dan rumen sapi merupakan substrat yang baik untuk biogas, rumen sapi banyak mengandung mikroorganisme yang akan menghasilkan gas metana. Mikroorganisme tersebut mempercepat proses pembentukan metana, sehingga dengan penggunaan rumen sapi meningkatkan produksi biogas.

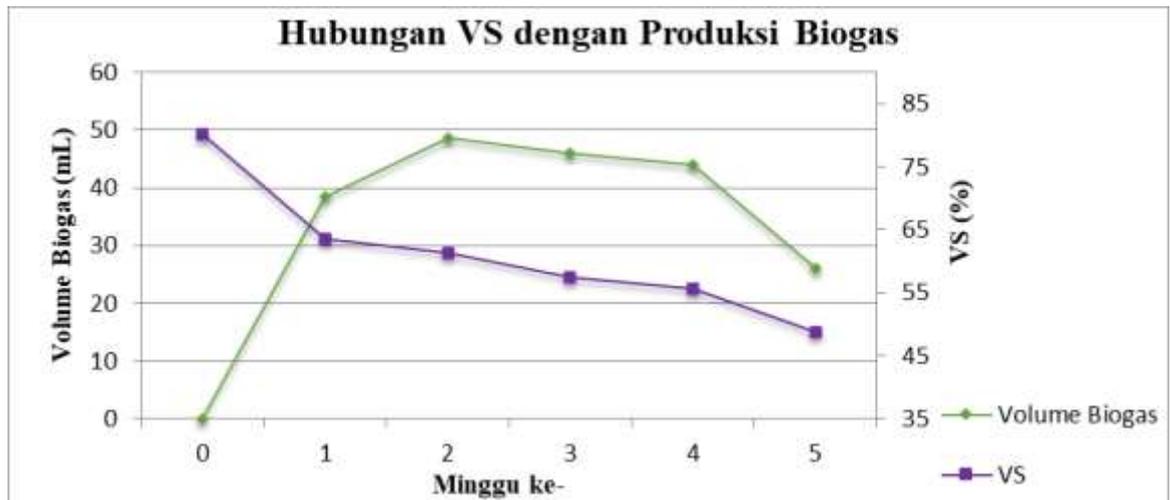
Menurut Indrawati (2017), bahwa tahap proses anaerobic terdiri dari hidrolisis, asidifikasi dan metanogenesis. Selama proses anaerobic menghasilkan biogas, dari akumulasi volume biogas semakin meningkat. Volume biogas minggu ke-3 sebesar 46,06 mL sedangkan minggu ke-4 yaitu 43,97 mL. Pada minggu ke-3 hingga ke-4 volume biogas sedikit mengalami penurunan karena adanya gas yang dialirkan ke *gas holder* agar cairan pada manometer U tidak tumpah. Pada minggu ke-5 volume biogas yaitu 26,17 mL dan mengalami penurunan yang berangsur-angsur dikarenakan pertumbuhan bakteri metanogen mengalami penurunan dan produksi biogas menjadi lambat. Hal ini berdasarkan pernyataan Rawung (2016), produksi biogas setelah pada puncak produksi akan mengalami penurunan, hal ini disebabkan menurunnya aktivitas bakteri anaerobik karena penurunan substrat dalam digester.

Penggunaan substrat dengan campuran bahan organik dan rumen sapi ini yang mempercepat proses anaerob karena keberadaan mikroorganisme dari rumen sapi tersebut. Substrat diubah oleh mikroorganisme untuk menghasilkan gas metana sehingga substrat dalam digester akan berkurang, hal tersebut ditunjukkan dari hasil pengujian VS selama 5 minggu, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai VS

Minggu ke-	VS (%)
0	80,13
1	63,48
2	61,33
3	57,39
4	55,61
5	48,83

Penurunan VS menunjukkan penguraian substrat oleh mikroorganisme. Penurunan VS akan diikuti dengan peningkatan volume biogas. Hubungan antara penurunan VS dengan peningkatan volume biogas ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan VS dengan Produksi Biogas

Pada awal proses nilai VS sebesar 80,13% selama proses mengalami penurunan minggu ke-1 nilai VS sebesar 63,48%, minggu ke 2 nilai VS sebesar 61,33% sampai minggu ke -5 nilai VS sebesar 48,83% hal ini sesuai diikuti dengan peningkatan volume biogas, puncak produksi biogas pada minggu ke 2 sebesar 48,52L namun pada minggu ke 3 substrat dalam digester yang semakin berkurang yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai VS maka produksi biogas juga semakin menurun sehingga volume biogas yang dihasilkan juga menurun. Volume biogas pada minggu ke 5 sebesar 26,17 L.

Berdasarkan Gambar 4. Nilai VS dan produksi biogas menunjukkan bahwa nilai VS yang menurun setiap minggunya disertai dengan meningkatnya produksi biogas. Produksi biogas harian berbanding lurus dengan laju pemuatan padatan volatil. Berdasarkan Fikri (2015), penurunan nilai VS pada awal proses karena substrat yang didegradasi oleh senyawa organik menjadi biogas. Oleh karena itu jumlah biogas yang dihasilkan lebih banyak. Nilai VS berbanding lurus dengan biogas yang dihasilkan. Pada minggu terakhir terjadi penurunan produksi biogas karena kurangnya nutrisi sehingga jumlah sel mikroorganisme yang mati semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan Novita (2018), bahwa substrat yang tersedia akan berpengaruh terhadap produksi biogas.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini dihasilkan kesimpulan bahwa :

1. Timbulan sampah Pasar Pagi untuk satuan berat adalah 1,81 kg/pedagang/hari dan untuk satuan volume adalah 4,90 L/pedagang/hari. Komposisi total sampah organik untuk sayur, buah, dan sisa makanan sebesar 85,5%, sampah organik berupa sampah kardus/kertas didapatkan sebesar 2,9%, komposisi sampah plastik sebesar 10,7% dan logam sebesar 0,9%.
2. Selama proses anaerobic pH digester 6 namun tetap menghaikan biogas.
3. Suhu pada digester pada awal proses cenderung mengalami peningkatan, kemudian mengalami penurunan dan meningkat lagi di akhir proses.
4. Penambahan rumen sapi pada bahan organik dapat meningkatkan akumulasi volume biogas yang terbentuk dan nilai VS yang menurun setiap minggunya disertai dengan meningkatnya produksi biogas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abbasi, T., Tauseef, S.M., dan Abbasi S.A., 2012, *Biogas Energy*, Springer New York Dordrecht Heidelberg, London.
2. Afrian, C., Haryanto, A., Hasanuddin, U., dan Zulkarnain, I., 2017, *Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dengan Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum)*, Vol.6(1), Jurnal Teknik Pertanian, Lampung.
3. Chaerul M., dan Dewi, T.P., 2020, *Analisis Timbulan Sampah Pasar Tradisional(Studi Kasus Pasar Ujungberang, Kota Bandung)*, Vol.5(2), ITB, Bandung.
4. Darmawati.,Mahadi, I., dan Sukma, G.M., 2015, *Pemanfaatan Cairan Isi Rumen Sapi dan Sampah Organik dalam memproduksi Biogas sebagai Pengembangan Handout Biologi*, Vol.12(1), PMIPA FKIP, Riau.
5. Dewi, Puspita Rany., 2017, *Studi Potensi Pemanfaatan Sampah Organik TPA Banyuurip Tegalrejo sebagai Salah Satu Sumber Energi*, Vol.06(3), Universitas Tidar, Magelang.
6. Dewilda, Y., Yenni., dan Kartika, D., 2013, *Uji Pembentukan Biogas dari Sampah Pasar dengan Penambahan Kotoran Ayam*, ISSN; 1907-0500, Prosiding STNK TOPI, Riau.

7. Fikri., Ahmad, A., Muria, S.R., 2015, Pengaruh Perbandingan Enceng Gondok dengan Air terhadap Penyisihan COD dan Padatan pada Produksi Biohidrogen Secara Fermentasi Anaerob Bacth tahap Asidogenesis, Vol.2 (2), JOM FTEKNIK, Riau.
8. Hairuddin, M.C., dan Rahmah, S., 2020, *Analisis Timbulan Sampah Di Kantor Gubernur Provinsi Sulawesi Barat*, Vol.7(1), Kesehatan Masyarakat Indonesia Mamuju.
9. Harihastuti, N., Purwanto., dan Isradi 2014, *Kajian Penggunaan Karbon Aktif dan Zeolit Secara Terintegrasi dalam pembuatan Biomethane Berbasis Biogas*, Vol. 8(1) Jurnal Riset Industri, Semarang.
10. Indrawati, Lina., 2020, *Identifikasi Timbulan dan Emisi Gas Rumah Kaca Sampah Pasar di Kota Surabaya*, Vol.8(4), Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
11. Kumar, Sunil., 2012, *Biogas*, Intech, Croatia.
12. Mustiadi, L., Astuti, S., dan Purkuncoro, A.E., 2020, *Distilasi Uap dan Bahan Bakar Pelet Arang Sampah Organik*, CV IRDH, Purwokerto.
13. Novita, E., Wahyuningsih, S., dan Pradana, H.A., 2018, *Variasi Komposisi Input Proses Anaerobi untuk Produksi Biogas pada Penanganan Limbah Cair Kopi*, Vol.12(1), Jurnal Agroteknologi, Jember.
14. Praptiwi, R.D., dan Mirwan, M., 2021, *Pemanfaatan Sampah Organik Pasar Tradisional dengan Penambahan Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam sebagai Bahan Energi Alternatif Biogas*, Vol.1(12), Envirous, Jawa Timur.
15. Rahayu et al., 2015, *Buku Panduan Konversi POME menjadi Biogas Pengembangan*.Winrock Internasional.
16. Rahim, I.R., Harianto, T., dan Jufri, K.S., 2017, *Efektivitas Pemanfaatan Biogas Seruk gergarji dan Limbah Ternak sebagai Sumber Energi Alternatif*, Universitas Hasanuddin Gowa.
17. Santosa, I., dan Sujito, E., 2020, *Potensi Ekonomi dan Pengelolaan Sampah Pasar Di Kota Bandar Lampung*, Vol.14, pp.64-70, Ruwa Jurai, Lampung.
18. Sudarno., Reynaldi, M.C., dan Wardhana, I.W., 2016, *Studi Kelayakan Pemanfaatan Limbah organic dari Rumah makan sebagai Produksi Energi*

dengan Menggunakan Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga, Vol.5(4), jurnal Teknik Lingkungan, Semarang.

19. Tampuyak, S., Anwar, C., dan Sangadji, M.Nur., 2016, *Analisis Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dan Kebutuhan Fasilitas Persampahan Di Kota Palu 2015-2025*, Vol.4(4), jurnal Katalogis, Palu.
20. Yahya, Y., Tamrin., dan triyono, S., 2017, *Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sappi dan Rumput Gajah Mini (Pennisetum Purpureum cv.Mott) dengan Sistem Batch*, Vol. 6(3), Jurnal Teknik Pertanian, Lampung.

Halaman ini sengaja dikosongkan