

**PENGARUH KOMPOSISI NUTRISI TERHADAP LAJU BIODEGRADASI
STYROFOAM MENGGUNAKAN ULAT HONGKONG
(LARVA *Tenebrio molitor*)**

Sri Armita Sari¹⁾, Elvi Yenie¹⁾, Sri Rezeki Muria³⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan

²⁾Dosen Teknik Lingkungan ³⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Pencegahan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

E-mail : sriarmitasari.sas@gmail.com

ABSTRACT

*Styrofoam is a persistent plastic that is difficult to decompose naturally in the environment, is microplastic, which causes its accumulation as a major contaminant in soils, rivers and oceans. One method to process styrofoam waste is biodegradation. Biodegradation of styrofoam waste using mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) was carried out by giving styrofoam as the main feed. The mealworm has been studied for their potential as decomposer of styrofoam due to best quality nutrient content. This study aims to increase the rate of biodegradation of styrofoam. Styrofoam waste used in this research is the type of Extruded Polystyrene (XPS) with variation of composition nutrients (tofu waste, bran, and yeast). The result showed that addition of bran nutrients could increase biodegradation rate by 27,26 mg/day with the highest percentage of 42,41% compared to other treatments for 28 days of observation.*

Keywords: *styrofoam waste, biodegradation, mealworm, biodegradation rate, nutrition.*

1. PENDAHULUAN

Styrofoam banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai pengemas, memiliki beberapa keunggulan sifat di antaranya fleksibel, tidak mudah pecah, tidak korosif serta harganya relatif murah (Ketut dkk., 2013). Pada tahun 2015 konsumsi sintesis dari bahan baku *styrofoam* mendekati 7,1 % (21 Mt/tahun) dari konsumsi plastik di tahun 2013 (Yang

dkk.,2015).Produk *styrofoam* dirancang untuk sekali pakai. Namun, dibutuhkan beberapa ratusan tahun untuk *styrofoam* dapat terurai di lingkungan.

Sampah *styrofoam* yang dibuang ke perairan, lama kelamaan akan terpecah-pecah menjadi pecahan kecil plastik tak kasat mata yang disebut mikroplastik. Mikroplastik itu kemudian dapat termakan oleh ikan

dan akan terakumulasi di tubuh ikan. Limbah *styrofoam* dicirikan dengan permukaan yang halus dan struktur yang berpori. Akibatnya, hal itu berpotensi menyerap polutan yang tidak hanya dari air, tetapi juga dari udara dan tanah dan dapat meningkatkan kapasitas serapan terhadap polutan lainnya (Graca dkk., 2014).

Saat ini, metode yang banyak digunakan dalam mendekomposisi *styrofoam* adalah metode dekomposisi termal, tetapi metode ini akan menghasilkan dioksin dalam jumlah besar dan menyebabkan polusi yang serius terhadap lingkungan (Long dkk., 2017). Di sisi lain pendaur-ulangan hanya mampu menangani sekitar 25% sampah plastik (Zusfahair dkk., 2007). Metode penanggulangan limbah *styrofoam* yang paling aman dan bersahabat terhadap lingkungan adalah

metode biodegradasi (Pratomo dan Eli., 2011).

Pada penelitian sebelumnya oleh Yang dkk (2015) telah ditemukan bahwa ulat hongkong (larva *Tenebrio molitor*) yang diberi pakan *styrofoam* mampu mencerna *styrofoam* melalui bakteri *Exiguobacterium sp.* strain YT2 yang terdapat di dalam ususnya. Bakteri tersebut mensekresikan enzim ekstraseluler yang mengkatalis reaksi depolimerisasi fragmen *styrofoam* menjadi molekul-molekul kecil.

Salah satu faktor yang mempengaruhi laju degradasi maupun pertumbuhan ulat hongkong ialah nutrisi. Ketersediaan nutrisi yang tepat dapat mengoptimalkan aktivitas mikroba dalam menghasilkan enzim pendegradasi sehingga dapat mempercepat laju degradasi (Nirmala dkk., 2010).

2. METODOLOGI

2.1 Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah berupa tempat penyimpanan yang terbuat dari plastik dengan ukuran 14 x 9,5 x 5 cm³ dengan kepadatan ± 2 ulat/cm². Sebagai penutup wadah digunakan plastik transparan dengan ukuran 20 x 20 cm yang telah dilubangi yang berfungsi sebagai sirkulasi udara, neraca analitik, oven, blender, ayakan, dan untuk mengambil dan memindahkan ulat hongkong digunakan alat sederhana berupa sendok plastik.

Ulat hongkong (*T.molitor*) didapatkan dari Pasar Burung, Jalan Durian, Pekanbaru. Nutrisi tambahan yang diberikan adalah ampas tahu, dedak, dan ragi. Ampas tahu didapat dari industri tahu rumahan, dedak didapatkan dari toko pertanian, dan ragi didapatkan dari toko bahan kue. *Styrofoam* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Extruded Polystyrene* (XPS) yang biasa digunakan sebagai pembungkus atau wadah makanan.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Preparasi Alat Dan Bahan

Ulat hongkong yang digunakan sebanyak 120 ekor tiap wadahnya. Sebelum pengujian, ulat hongkong diaklimatisasi yang bertujuan untuk penyesuaian dan adaptasi terhadap lingkungan baru yang akan dimasukinya. Selain itu, diberi makan dedak sebagai sumber nutrisi selama dua hari.

Styrofoam yang digunakan adalah limbah yang baru dibuang atau baru selesai digunakan. Sebelum diberikan ke ulat, dilakukan pembersihan *styrofoam* dan dipotong menjadi 2 x 2 cm dengan ketebalan 0,5 cm. Selain itu ampas tahu yang didapatkan diubah menjadi tepung ampas tahu sebelum diberikan ke ulat hongkong.

2.2.2 Percobaan Utama

Dalam penelitian ini ulat hongkong di inkubasi kedalam delapan wadah penyimpanan plastik dengan masing-masing wadah berisi 120 ekor ulat hongkong dengan XPS yang diberikan di awal sebanyak 1,8 gram dengan masa inkubasi 28 hari yang dipelihara dengan suhu ruang. Selanjutnya dilakukan perlakuan variasi komposisi nutrisi yang berbeda. Wadah pertama dan berupa kontrol tanpa penambahan nutrisi (100% XPS). Wadah kedua diberi pakan berupa XPS dan ampas tahu. Wadah ketiga diberi pakan XPS dengan penambahan nutrisi berupa dedak dan wadah keempat diberi pakan XPS dan ragi. Penambahan

ampas tahu, dedak, dan ragi dilakukan setiap empat hari sebanyak 1,8 gram. Total sebanyak empat perlakuan yang akan dievaluasi dengan tiga kali pengulangan. Setiap empat hari, jumlah ulat hongkong dihitung, larva yang mati dihitung dan dibuang, dan ditimbang residu *styrofoam*.

2.2.3 Analisa dan Pengolahan Data

Salah satu metode kuantitatif untuk mengukur terjadinya proses biodegradasi suatu polimer ialah dengan pengukuran berat. Berikut rumus persentase pengurangan massa *styrofoam* dengan Persamaan 2.1

$$\text{Degradasi (\%)} = \left[\frac{W_1 - W_{fn}}{W_1} \right] \times 100 \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

W_1 = massa awal (mg)

W_{fn} = massa akhir hari ke 4, 8, 12, 16, 20, 24, dan 28 (mg).

Penentuan laju biodegradasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.4.

$$v = \left[\frac{W_1 - W_f}{\Delta t} \right] \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

v = Laju Biodegradasi (mg/hari)

Δt = Waktu yang dibutuhkan untuk biodegradasi

(Pratomo dan Eli, 2011).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase degradasi XPS menggunakan ulat hongkong (larva *Tenebrio molitor*) selama 28 hari yang didapatkan disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara persentase degradasi *styrofoam* terhadap waktu (hari) yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Pada Gambar 3.1 terlihat bahwa penambahan nutrisi seperti dedak dan ragi secara signifikan meningkatkan laju degradasi *styrofoam* dibandingkan *styrofoam* dengan tambahan nutrisi ampas tahu dan tanpa penambahan nutrisi (kontrol). Laju biodegradasi tertinggi terjadi pada penambahan dedak padi yaitu sebesar 27,26 mg/hari dan terendah yaitu pada ulat hongkong yang hanya diberi XPS saja sebesar 5,24 mg/hari.

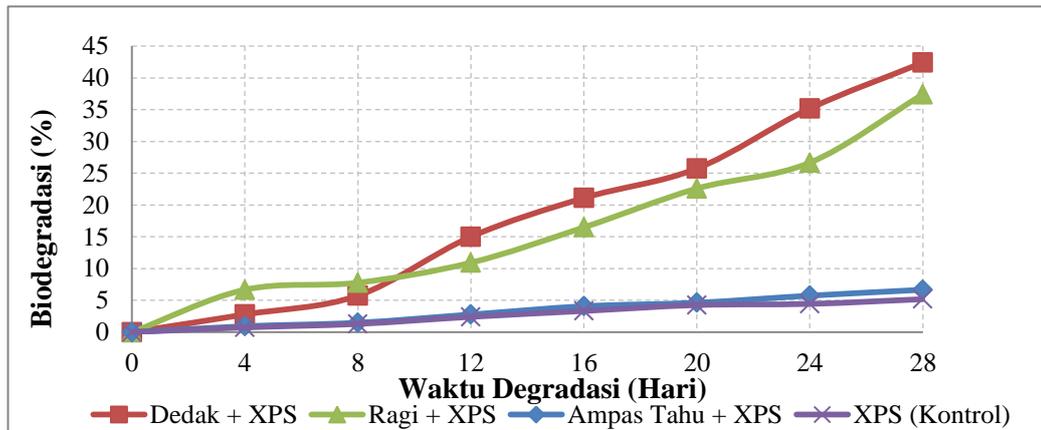
Konsumsi XPS tanpa adanya penambahan nutrisi yaitu sebesar 5,19%. Hal ini disebabkan karena XPS tidak seperti nutrisi lainnya, tidak memiliki kandungan air dan nutrisi yang tepat yang diperlukan untuk pertumbuhan ulat hongkong, seperti protein, fosfor, vitamin, dan mineral. Oleh karena itu, kurangnya nutrisi mengakibatkan kemampuan biodegradasi relatif rendah karena kurangnya sumber energi untuk sintesis biomassa dan pertumbuhan ulat hongkong (Yang dkk., 2015).

Persentase degradasi XPS dengan penambahan ampas tahu yaitu sebesar 6,67%. Persentase degradasi yang rendah disebabkan

ampas tahu memiliki kandungan protein dan energi yang berlebihan yang tidak dapat ditolerir oleh ulat hongkong (Fitasari dan Erik, 2015). Selain itu, ampas tahu juga mengandung asam fitat. Asam fitat seringkali berikatan dengan asam-asam amino atau menghambat enzim-enzim pencernaan (Yanuarto dkk., 2017).

Persentase degradasi XPS dengan penambahan ragi yaitu sebesar 37,41%. Persentase yang cukup tinggi disebabkan karena pemberian ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) mampu membantu pertumbuhan lebih baik dibandingkan dengan pemberian diet kasein bebas vitamin, lemak, garam campuran, kolesterol, dan karbohidrat. Ini dikarenakan terdapatnya kandungan riboflavin, thiamin, dan pyridoxin yang menjadi faktor pendukung dalam pertumbuhan *T.molitor* (Martin dan Hare, 1942).

Konsumsi XPS tertinggi yaitu pada pemberian dedak padi sebesar 42,41%. Hal tersebut didukung karena dedak padi mengandung energi metabolis sebesar 2980 kkal/kg, antioksidan, vitamin B kompleks, serta komponen mineralnya antara lain besi, aluminium, kalsium, magnesium, mangan, fosfor, dan seng yang mana dibutuhkan enzim untuk metabolisme pakan dan protein (Alimuddin, 2017).



Gambar 3.1 Grafik persentase degradasi XPS dengan variasi jenis nutrisi

Usus ulat hongkong dapat dianggap sebagai sebuah bioreaktor yang efisien karena terjadi pengolahan secara fisik dan biokimia (dengan mengunyah, menelan, pencampuran, bereaksi dengan isi usus, degradasi *styrofoam* oleh konsorsium mikroba usus, mengambil produk metabolisme dari inang, dan lain-lain) yang memiliki peran penting dalam keberhasilan biodegradasi *styrofoam* dengan cepat (Yang dkk., 2015).

4. KESIMPULAN

Laju biodegradasi XPS tertinggi terjadi pada ulat hongkong yang diberi jenis *styrofoam* XPS dan nutrisi tambahan berupa dedak dengan laju biodegradasi sebesar 27,26 mg/hari dengan persentase degradasi sebesar 42,41%.

5. DAFTAR PUSTAKA

Alimuddin, Armiami. 2017. Kandungan Mineral (Ca dan Mg) Pada Dedak yang Difermentasi Menggunakan Cairan Rumen Sapi Bali. Skripsi, Fakultas Sains dan

Teknologi, UIN Alauddin Makassar.

Fitasari, Eka dan Erik Priyo Santoso. 2015. Penggunaan Kombinasi Gross Energy dan Protein Terhadap Konsumsi Pakan Dan Perkembangan Bobot Badan Ulat Hongkong. Buana Sains 15(2), 127-136.

Graca, Bozena., Magdalena Beldowska., Patrycja Wrzesien., and Aleksandra Zgrundo. 2014. *Styrofoam* Debris As A Potential Carrier Of Mercury Within Ecosystems. Environmental Science Pollution Research, 21, 2264.

Ketut, Ni Sumarni., Husain Sosidi., ABD Rahman R., dan Musafira. 2013. Kajian Fisika Kimia Limbah *Styrofoam* Dan Aplikasinya. Journal of Natural Science, 2(3), 124.

Long, Zhi-Tang., Ting-An Kuo., and Hsiao-Han Liu. 2017. The Study of the Microbes Degradated Polystyrene. Advance in Technology Innovation, 2(1), 13

Martin, Hugh E and Laura Hare. 1942. The Nutritive

- Requirements Of *Tenebrio Molitor* Larvae. *Biological Bulletin*, 83(3), 428-237.
- Nirmala, WA., H. Asri Saleh., dan Iin Novianty. 2014. Kinetika Biodegradasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan Biokompos. *Al Kimia*, 3(2), 54.
- Pratomo, Heru dan Eli Rohaeti. 2011. Bioplastik Nata De Cassava Sebagai Bahan Edible Film Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian Saintek*, 16(2), 173.
- Yang, S., Anja M.B., James C.A.F., Jun Yang., D.Ning., Shen-Y.Cai., Han-Q.Fan., Zhi-Y.Wang., Jie Ren., Eric Benbow., Nan-Qi Ren., Robert M.W., Jizhoung Zhou., Craig S. Criddle., and Wei-M.Wu. 2017. Biodegradation Of Polystyrene Wastes In Yellow Mealworms (larvae of *Tenebrio molitor* Linnaeus. *Chemosphere*, doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.10.117.
- Yang, Yu., Jun Yang., Wei-Min Wu., Jiao Zhao., Yiling Song., Longcheng Gao., and Lei Jiang. 2015. Biodegradation and Mineralization of Polystyrene by Plastic –Eating Mealworms: Part 1. Chemical and Physical Characterization and Isotopic Tests. *Environmental Science and Technology*, 49, 12080-12086.
- Yanuartono., Alfarisa Nururrozi., dan Soedarmanto Indarjulianto. 2017. Fitat Dan Fitase: Dampak Pada Hewan Ternak. *Jurnal Ilmu Pertenakan UB*, 26(3), 59-78. ISSN: 0852-3681.
- Zusfahair., Puji Lestari., Dian Riana Ningsih., dan Senny Widyaningsih. 2007. Biodegradasi Polietilena Menggunakan Bakteri Dari Tpa Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. *Molekul*, 2(2), 98-97.