

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2201

**PARAMETER KEMATANGAN FISIK, KIMIA, DAN BIOLOGIS
PUPUK BOKASHI IKAN RUCAH**
(*Physical, Chemical, and Biological Maturity Parameters of Fish Waste Bokashi*)

Ikhsan Hasibuan^{*}, Prihanani, Meylinda Puspitasari

Program Study Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH
Jl. Jenderal Sudirman No. 185 Bengkulu 38117, Indonesia. Telp. (0736) 344918

^{*}Corresponding Author, Email: ikhsanhasibuan.org@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is the second greatest fish producer in the world after China with a total production of almost seven million tonnes in 2018. Meanwhile, Bengkulu is one of the provinces that are rich in fish resources. However, about 30-60% of fish produced is considered fish waste. Ikan rucah is small fish that has low or no economical value, thus it is regarded as a waste. Ikan rucah should be managed to avoid its negative effects on the environment. One of the options is by transforming it into organic fertilizer. Nevertheless, producing organic fertilizer by using fish waste is complicated since it will be easily rotten in futile fermentation. Thus, the objective of the research was aimed to evaluate the maturity of fish waste bokashi by using three parameters including physical, chemical, and biological aspects. The study had been carried out in the Laboratory of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Hazairin, Bengkulu in late 2020. The research was begun by preparing fish waste in three drying levels that were 85%, 70%, and 30% water content thus they were stated as fresh, medium, and dry fish waste, respectively. Each of those was then fermented in anaerobic methods for 2 and 3 weeks. The bokashi produced then analyzed in the physical, chemical, and biological characteristics. The results of this study confirmed that ikan rucah could be used as a source of organic material for organic fertilizer. Every treatment tested showed a good maturity level in physical parameters. Furthermore, the important findings were the high contents of main nutrients that were 1.5-5% and 4-5%, respectively for nitrogen and phosphorus. In addition, the biological maturity reached after 3 weeks of fermentation that confirmed germination index (GI) of about more than 100% or categorized as highly mature.

Keywords: bioassay, compost maturity test, germination index, organic fertilizer, trash fish.

PENDAHULUAN

Ikan rucah merupakan ikan hasil tangkapan yang berukuran kecil serta tidak layak untuk dikonsumsi sehingga biasanya hanya terbuang menjadi limbah atau terjual dengan harga yang sangat murah (Moeljanto, 1994). Menurut Marti-Quijal *et al.* (2020), sebanyak 30-60% dari total tangkapan ikan akan berakhir menjadi limbah. Limbah perikanan ini berpotensi untuk dimanfaatkan

sebagai bahan pembuatan pupuk organik (Astuti, 2009 dan Ibrahim, 2005).

Potensi pemanfaatan limbah ikan sebagai bahan pembuatan pupuk organik di Indonesia sangat besar karena saat ini Indonesia merupakan negara penghasil ikan terbesar kedua di dunia setelah China. Menurut laporan FAO (2018), Produksi ikan di Indonesia pada tahun 2016 sebanyak 6,11 juta ton. Demikian juga di provinsi Bengkulu yang letak geografisnya berbatasan langsung

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2201

dengan Samudra India, menghasilkan sebanyak 250 ribu ton ikan pada tahun 2018 (BPS Bengkulu, 2019).

Pemanfaatan limbah ikan rucah sebagai pupuk organik dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat bau tidak sedap yang ditimbulkan, juga memiliki potensi sebagai sumber hara yang tinggi, khususnya hara nitrogen. Berdasarkan hasil penelitian Sukarso (2019), pupuk organik ikan rucah memiliki kandungan hara yang tinggi dibandingkan dengan pupuk organik dari bahan yang lainnya. Peneliti tersebut menemukan bahwa bokashi ikan rucah mengandung hara nitrogen sebanyak 4,24%, fosfor 3,83%, dan kalium sebesar 1,87%. Selanjutnya, hasil penelitian Silvy *et al.* (2013) membuktikan bahwa kandungan pupuk organik ikan rucah mengandung nitrogen 8,25%, fosfor 4,75%, dan kalium 1,56%. Temuan ini juga didukung oleh Aditya *et al.* (2015) yang menemukan bahwa kandungan nitrogen 2,26%, fosfor 1,44% dan kalium 0,95%. Kandungan hara yang tinggi pada pupuk ikan rucah, dapat menjadi inovasi dalam mengurangi penggunaan dosis pupuk organik yang biasanya sangat tinggi (Hasibuan, 2021).

Namun, pembuatan pupuk organik atau bokashi dari limbah ikan menghadapi kendala yang cukup susah yaitu mudah menghasilkan aroma busuk. Aroma ini terjadi karena bahan organik dari ikan rucah selama proses fermentasi banyak memproduksi amonia, hidrogensulfida, metana, merkaptan, dan zat tereduksi berbau lainnya. Zat-zat inilah yang menguap ke udara sehingga tercium aroma yang tidak sedap (Footer, 2014). Faktor utama penyebab kebusukan dalam proses pembuatan bokashi antara lain bokashi

terlalu basah, pH terlalu rendah dan kandungan N terlalu tinggi (Hasibuan, 2020).

Ikan rucah memiliki kandungan air yang tinggi yaitu mencapai 84,94%, sehingga penggunaan ikan rucah sebagai bahan pembuatan pupuk organik rentan kegagalan akibat munculnya aroma busuk. Selain itu kandungan unsur nitrogen pada ikan juga sangat tinggi, sehingga dapat menghasilkan kadar ammonia yang tinggi jika proses fermentasi tidak berjalan dengan baik. Solusi untuk menghindari kegagalan dalam pembuatan bokashi khususnya bokashi ikan rucah adalah dengan mengurangi kadar air dalam ikan. Pengeringan ikan hingga kadar air tertentu dipercaya dapat mengurangi resiko busuk.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kematangan bokashi ikan rucah dengan tiga parameter kematangan yaitu kematangan fisik, kimia dan biologis. Untuk mencapai tujuan tersebut maka perlu dilakukan uji kematangan terhadap bokashi yang dihasilkan. Menurut Velenampi *et al.* (2014), tingkat kematangan kompos dapat ditentukan dengan mengamati parameter fisik, kimia dan biologis. Ketiga parameter tersebut dilakukan secara bersamaan karena penggunaan salah satu parameter saja tidak dapat memberikan kesimpulan tentang kematangan kompos (Antil *et al.* 2014)

Menurut Wichuk dan McCartney (2010), kematangan fisik kompos dapat dilihat dari adanya perubahan warna, aroma, dan suhu. Sedangkan kematangan kimia kompos dapat diuji dengan melihat kandungan bahan organik, pH, hara nitrogen dan hara lainnya. Selanjutnya Oktawan *et al.* (2018) menambahkan bahwa tingkat kematangan biologis kompos dapat ditentukan dengan uji bioassay terhadap

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2201

perkecambahan benih kacang hijau. Bokashi yang belum matang dapat menyebabkan hambatan perkecambahan benih akibat adanya fitotoksin dari bahan organik yang digunakan dalam pembuatan bokashi tersebut.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan uji kematangan terhadap bokashi ikan rucah dengan menggunakan tiga parameter yaitu fisik, kimia dan biologis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH, Bengkulu pada bulan Oktober hingga November 2020. Ikan rucah diambil dari tempat pelelangan ikan Pulau Baai, Kota

Bengkulu. Ikan tersebut lalu dibersihkan dari kotoran dengan cara merendamnya dengan air. Ikan rucah siap dijadikan bahan pembuatan kompos dengan metode fermentasi bokashi.

Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan tingkat kekeringan ikan rucah. Pertama, ikan rucah segar, dimana ikan rucah setelah dibersihkan langsung dicacah dengan chopper hingga halus. Kedua, ikan rucah agak kering, dimana ikan rucah dioven selama 24 jam dengan suhu 70 °C sehingga didapat kadar air 70%. Ketiga, ikan rucah kering, dimana ikan rucah dioven selama 24 jam dengan suhu 110 °C sehingga didapat kadar air 30%.



Gambar 1. Bokashi ikan rucah formula segar, agak kering, dan kering

Pembuatan bokashi ikan rucah dilakukan dengan mencampurkan masing-masing cacahan ikan rucah dengan dedak padi. Perbandingan yang digunakan adalah 3:1 untuk ikan rucah dan dedak. Selanjutnya campuran tersebut diberi larutan fermentasi yang dibuat dari 50 ml EM-4, 50 ml gula pasir untuk tiap 1 liter air. Jumlah larutan fermentasi yang diberikan sebanyak 100 ml, 200 ml, dan 250 ml berturut-turut untuk tiap kg bahan bokashi ikan rucah segar, agak kering dan kering. Kemudian dimasukkan

ember plastik lalu ditutup rapat sehingga tidak ada udara yang bisa keluar masuk. Fermentasi anaerob dilakukan selama 2 dan 3 minggu.

Pengamatan kematangan bokashi dilakukan secara fisik, kimia, dan biologis. Karakter fisik yang diamati adalah warna, tekstur, dan aroma. Sedangkan karakter kimia yang diuji adalah kandungan hara N, P, K, dan C-organik.

Uji kematangan biologis dilakukan

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2201

dengan prosedur uji bioassay (Hasibuan, 2021). Sampel bokashi yang diuji diambil dari setiap perlakuan bokashi sebanyak masing-masing 10 gram. Memasukkan sampel bokashi ke dalam tabung reaksi lalu menambahkan air aquades 100 ml, lalu aduk merata dengan cara menggoyangkan tabung reaksi selama 30 menit. Pisahkan larutan dari bahan solid dengan kertas filter. Sementara itu siapkan media uji perkecambahan yaitu kertas tissue yang disusun di dalam petri dish ukuran diameter 10 cm. Menyusun rapi 10 benih kacang hijau (*Vigna radiata*) ke dalam media perkecambahan tersebut lalu menambahkan 10 ml larutan bokashi yang sudah disaring dengan menggunakan pipet. Gunakan aquades untuk perlakuan kontrol. Tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Kemudian menutup petridish lalu menyimpannya di tempat sejuk dan gelap selama 72 jam. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah benih tumbuh dan panjang akar.

Persentase perkecambahan relatif (G) dihitung dengan rumus $G = G1/G0$ (Gariglio *et al.* 2002) dimana G1 adalah jumlah benih berkecambah dan G0 adalah total jumlah benih. Sedangkan Panjang akar relatif (L) dihitung dengan rumus $L = L1/L0$ (Caldevilla dan Lozano, 1993) dimana L1 adalah rata-rata panjang akar pada petridish perlakuan, dan L0 adalah rata-rata panjang akar pada petridish kontrol. Indeks Perkecambahan (IP) ditentukan dengan rumus $IP = (G/G0) \times (L/L0) \times 100$ (Zucconi *et al.*, 1981).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Fisik Bokashi Ikan Rucah

Karakter fisik untuk menentukan kematangan bokashi antara lain adanya

perubahan warna, tekstur dan aroma. Warna bokashi ikan rucah setelah 2 minggu difermentasi menunjukkan warna coklat muda untuk semua perlakuan. Warna yang dihasilkan sangat ditentukan oleh bahan organik yang digunakan dalam pembuatan kompos atau bokashi (Hasibuan, 2020). Umumnya bokashi yang dihasilkan memiliki warna hitam atau coklat tua (Djurnani *et al.*, 2016). Namun dalam penelitian ini bokashi ikan rucah memiliki warna coklat muda. Hal ini diduga karena bahan utama yang digunakan dalam pembuatan bokashi ini adalah ikan rucah yang berwarna putih. Perubahan warna terjadi selama proses fermentasi yaitu dari warna putih menjadi warna coklat muda.

Tekstur bokashi ikan rucah yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah tekstur yang halus dan lembut, serta tidak menggumpal. Tekstur yang halus didapat dari hasil pencacahan ikan dengan mesin chopper sebelum masuk proses fermentasi. Tekstur bokashi ikan rucah terasa remah dan mudah hancur sehingga akan sangat mudah diaplikasikan ke tanah. Selain itu bokashi tidak becek karena kelebihan air. Kelebihan air pada proses fermentasi akan sangat berbahaya karena merupakan faktor utama kegagalan dalam pengomposan akibat terjadi pembusukan. Menurut Footer (2014), proses fermentasi yang kelebihan air akan menghasilkan ammonia, hydrogen sulfide, metana, merkaptan, dan zat tereduksi lainnya.

Aroma yang dihasilkan dari bokashi ikan rucah adalah aroma yang harum seperti tape. Tidak ada bau busuk yang ditimbulkan pada setiap bokashi yang dibuat. Hal ini mengindikasikan bahwa bokashi yang dibuat sudah berhasil. Menurut Sukarso (2019),

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2201

kendala pembuatan bokashi dari ikan rucah adalah dihasilkannya aroma busuk selama dan setelah proses pembuatannya. Menurut Coppola *et al.* (2021), transformasi ikan menjadi pupuk organik terkendala karena tingginya kandungan protein dalam ikan yang mudah menjadi busuk. Namun, dalam penelitian ini kendala tersebut bisa diatasi dengan penggunaan metode fermentasi anaerob sempurna sehingga dapat dihasilkan asam amino, alkohol, gula, asam organik, dan ester (Footer, 2014) oleh mikroorganisme yang ada di dalam EM-4.

Karakter Kimia Bokashi Ikan Rucah

Berdasarkan hasil analisis kandungan hara bokashi ikan rucah diketahui bahwa perbedaan perlakuan mengakibatkan

perbedaan kandungan hara N, P, K, dan C-organik. Sedangkan pH relatif sama untuk semua perlakuan yang diuji. Hasil uji kandungan hara disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis uji hara membuktikan bahwa bokashi ikan rucah memiliki kandungan nitrogen yang sangat tinggi yaitu hingga mencapai 5% pada perlakuan jenis ikan rucah kering. Dibandingkan dengan kandungan hara N pada pupuk organik lainnya, jelas bahwa kandungan hara N pada bokashi ikan rucah sangat jauh diatas rata-rata. Menurut Hasibuan (2021) rata-rata kandungan N-total pada pupuk organik baik kompos maupun bokashi berkisar antara 0,5-1,5%. Perlakuan ikan rucah agak kering juga menghasilkan bokashi dengan kandungan hara N tinggi yaitu 2,5%.

Tabel 1. Hasil uji kandungan hara bokashi ikan rucah

No	Jenis Bokashi	C-organik (%)	N-Total (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	C/N Rasio (%)	pH (%)
1	Ikan Rucah Segar	13%	1,5%	5%	0,5%	8,6%	5
2	Ikan Rucah Agak Kering	15%	2,5%	5%	0,5%	6%	5
3	Ikan Rucah Kering	>15%	5%	4%	2,0%	3,4%	5
4	SNI 2019	Minimal 15%		Minimal 2%		Maksimal 25%	4-9

Demikian juga dengan kandungan fosfor, dimana semua perlakuan jenis bokashi ikan rucah menghasilkan kandungan P₂O₅ antara 4% dan 5%. Hal ini sesuai dengan pendapat Hasibuan (2021) yang menyatakan bahwa kandungan hara fosfor lebih tinggi pada bokashi yang dibuat dengan bahan organik limbah perikanan dibandingkan dengan limbah hewan ternak. Disebutkan bahwa kandungan fosfor pada bokashi limbah ternak berada pada angka 0,3-1,2%. Namun bokashi ikan rucah

memiliki kandungan hara kalium yang lebih rendah dibandingkan kandungan nitrogen dan fosfor. Dari tabel 1 tertera bahwa kandungan K₂O pada bokashi ikan rucah segar dan ikan rucah agak kering adalah 0,5%. Tetapi pada perlakuan bokashi ikan rucah kering, kandungan kalium mencapai 2%. Kandungan hara kalium yang tinggi biasanya terdapat pada bahan organik dari tumbuhan. Sedangkan bahan organik dari limbah ternak dan limbah perikanan kandungannya memang lebih rendah.

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2201

Meskipun begitu, secara keseluruhan kandungan hara N, P, dan K pada bokashi ikan rucah di setiap perlakuan telah memenuhi standar hara minimal dari SNI 2019. Pada SNI 2019 disyaratkan bahwa pupuk organik harus memiliki kandungan hara N, P dan K minimal 2% (Kementan, 2019). Sedangkan kandungan total hara N, P, dan K pada perlakuan bokashi ikan rucah segar adalah 7%, bokashi ikan rucah agak segar 8%, dan bokashi ikan rucah kering adalah 11%.

Selanjutnya kandungan hara C-organik bokashi ikan rucah berada pada kisaran minimal SNI 2019 yaitu 15%. Ikan rucah segar memiliki kandungan karbon yang rendah yaitu hanya 13% sehingga belum memenuhi standar SNI, sedangkan perlakuan ikan rucah agak kering dan ikan rucah kering sudah sesuai standar SNI. Kandungan C-organik menggambarkan Tabel 2. Hasil uji kematangan biologis dengan metode bioassay

No	Jenis Bokashi	Indeks Perkecambahan (IP)	
		2 MF	3 MF
1	Ikan Rucah Segar	10%	125%
2	Ikan Rucah Agak Kering	19%	101%
3	Ikan Rucah Kering	11%	82%

Keterangan: MF = Minggu Fermentasi (umur fermentasi)

Berdasarkan Tabel 2 kita ketahui bahwa bokashi ikan rucah belum mencapai tahap kematangan pada umur 2 minggu fermentasi. Indeks perkecambahan masih sangat rendah yaitu antara 10-19%. Sedangkan syarat minimal kematangan bokashi adalah 80% (Zucconi *et al.*, 1981). Pada kondisi ini benih tanaman kacang hijau yang dikecambahkan dengan media bokashi ikan rucah umur fermentasi 2 minggu sebagian besar mengalami kegagalan tumbuh. Kegagalan tumbuh tanaman ini

kematangan bokashi dalam proses dekomposisinya, dimana didalam proses dekomposisi karbon digunakan sebagai sumber energi untuk menyusun bahan seluler sel-sel mikroba dengan membebaskan CO₂ dan bahan lain yang menguap (Jumirah *et al.* 2019).

Karakter Biologis Bokashi Ikan Rucah

Uji kematangan bokashi secara biologis ditentukan dengan uji bioassay. Dalam hal ini menggunakan uji perkecambahan dengan benih kacang hijau. Kompos atau bokashi dinyatakan matang bila Indeks Perkecambahan (IP) mencapai 80-90%, dinyatakan belum matang bila IP kurang dari 80%, dan dinyatakan sangat matang bila IP lebih dari 90% (CCQC, 2001). Hasil uji kematangan dengan metode bioassay disajikan pada Tabel 2.

terjadi dipercaya akibat bokashi masih banyak mengandung toksin yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman, yaitu sebagai akibat dari keberadaan ammonia (Footer, 2014) dan rendahnya ketersediaan asam organik (Selim *et al.*, 2012).

Sedangkan pada umur fermentasi 3 minggu, bokashi sudah memasuki tahap kematangan. Indeks perkecambahan (IP) benih kacang hijau meningkat menjadi lebih dari 100% pada perlakuan bokashi ikan rucah segar dan ikan rucah agak kering,

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2201

sehingga dapat dikategorikan sangat matang (>90%). Sementara itu bokashi ikan rucah kering IP-nya mencapai angka 82% dan termasuk kategori matang (80-90%).

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa bokashi ikan rucah pada semua perlakuan yang diuji telah mencapai kematangan secara fisik, kimia dan biologis. Bokashi ikan rucah mengandung hara nitrogen dan fosfor yang sangat tinggi yaitu N-total 1,5-5% dan P₂O₅ 4-5%. Sedangkan kandungan kalium sekitar 0,5-2%. Kematangan bokashi secara biologis dengan uji bioassay didapat pada umur 3 minggu fermentasi dengan Indeks Perkecambahan 82-125%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, S., Suparmi, & Edison. (2015). Studi Pembuatan Pupuk Organik Padat Dari Limbah Perikanan. *JOM Paperika Unri*, 2(2), 1-11.
- Antil RS, Raj D, Abdalla N, Inubushi K. Physical, Chemical and Biological Parameters for Compost Maturity Assessment: A Review. In: Maheswari DK, editor. (2014). *Composting for Sustainable Agriculture*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Astuti, E.F. (2009). Pengaruh Jenis Tepung dan Cara Pemasakan Terhadap Mutu Bakso dari Surimi Ikan Hasil Tangkapan Sampangan (HTS). *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- BPS Bengkulu. (2019). *Provinsi Bengkulu dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu. Bengkulu.

- Caldevilla, E. M., G. M. Lozano. (1993). Cultivos Sin Suelo. Hortalizas en clima mediterraneo. *Compendia de Horticultura* 3, 123
- CCQC. (2001). *Compost Maturity Index*. California Compost Quality Council, Nevada City, CA
- Coppola D, Lauritano C, Palma Esposito F, Riccio G, Rizzo C, de Pascale D. (2021). Fish Waste: From Problem to Valuable Resource. *Mar Drugs*. 19(2), 1–39.
- Davis, J. G., M. A. P. Brown, C. Evans, and J. Mansfield. (2004). *The Integration of Foliar Applied Seaweed And Fish Into The Fertility Management of Organically Grown Sweet Papper*. Organic Farming Research Fondation Project Report. North Carolina State University
- Djuarnani, N., Kristian, Setiawan, B.S. (2006). *Cara Cepat Membuat Kompos*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- FAO. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals*. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Footer, A. (2014). *Bokashi composting: scraps to soil in weeks*. Canada. New society publishers.
- Gariglio, N. F., A. Pilatti, D. E. Gonzalezrossia, M.R. Acosta. (2002). Use of a germination bioassay to test compost maturity of willow (*Salix* sp.) sawdust. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30, 135-139.

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.2201

- Jumirah, Jati AWN, Yulianti LIM. (2018). Kualitas Pupuk Cair Organik dengan Kombinasi Limbah Ampas Jamu dan Limbah Ikan. *Biota*, 3(2),53–61.
- Hasibuan, I. (2020). *Pertanian Organik; Prinsip Pertanian Organik*. Tidar Media. Magelang
- Hasibuan, I. (2021). *Teknologi Pupuk Organik*. Global Aksara Pres. Surabaya.
- Ibrahim, B. (2005). Kaji ulang sistem pengelolaan limbah cair industri hasil perikanan biologis dengan lumpur aktif. *Bulletin Teknologi Hasil Perikanan*, VIII(1), 31-41.
- Kementan. (2019). *Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 Tentang Persyaratan Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 1–18.
- Marti-Quijal FJ, Remize F, Meca G, Ferrer E, Ruiz MJ, Barba FJ. (2020). Fermentation in fish and by-products processing: an overview of current research and future prospects. *Curr Opin Food Sci*. 31, 9–16.
- Moeljanto. (1994). *Pengawetan Dan Pengolahan Hasil Perikanan*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Oktiawan W, Zaman B, Purwono. (2018). Use of a germination bioassay to test compost maturity in Tekelan Village. *E3S Web Conf*. 31, 2017–2019.
- Selim, S. M., M. S. Zayed, H. M. Atta. (2012). Evaluation of Phytotoxicity of Compost during Composting Process. *Nature and Science*, 10(2), 69-77.
- Silvya, Nainggolan, H., Gultom, J., & Wirjosentono, B. (2013). Studi pemanfaatan limbah ikan dari tempat pelelangan ikan(TPI) dan pasar tradisional Sibolga sebagai bahan baku kompos. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(2), 90-99. <https://doi.org/10.1002/anie.201308264>
- Sukarso. (2019). *Pengaruh Bokashi Ikan Rucah Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kacang Hijau (Vigna radiata L)*. (Skripsi). Jurusan Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu.
- Venelampi O, Vikman M, Kapanen A, Itavaara M. (2014). *Methods and Procedures To Assess Compost Maturity and Stability*. Vtt Biotechnology. Finland: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Wichuk KM, McCartney D. (2010). Compost stability and maturity evaluation - a literature review. *Can J Civ Eng*. 37(11), 1505–23.
- Zucconi, F., Forte, M., Monaco, A., Beritodi, M., (1981). Biological evaluation of compost maturity. *Biocycle* 22, 27–29.