

EFEKTIVITAS PENAMBAHAN BIOAKTIVATOR LAUT DAN LIMBAH CAIR SURIMI PADA KARAKTERISTIK PUPUK ORGANIK CAIR DARI *Sargassum sp.*

The Effectivity of Marine Bio-activator and Surimi Liquid Waste Addition of Characteristics Liquid Organic Fertilizer from Sargassum sp.

Putri Wening Ratrinia*, Uju, Pipih Suptijah

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor,
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat, Telepon (0251) 8622915
Faks. (0251) 8622916

*Korespondensi : p.weningratrinia@gmail.com

Diterima: 24 September 2016/ Review: 10 November 2016/ Disetujui: 16 Desember 2016

Cara sitasi: Ratrinia PW, Uju, Suptijah P. 2016. Efektivitas penambahan bioaktivator laut dan limbah cair surimi pada karakteristik pupuk organik cair dari *Sargassum sp.*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 19(3): 309-320.

Abstrak

Pupuk organik sangat dianjurkan bagi tanah dan tanaman, karena dapat meningkatkan produktivitas dan perbaikan fisik, kimia, dan biologi tanah. *Sargassum sp.* dan limbah cair surimi memiliki bahan organik dan kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dan tanah. Penambahan bioaktivator laut yang berisi bakteri isolat dari serasah mangrove berfungsi untuk mempercepat waktu pengomposan dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu dan formulasi terbaik pupuk organik. Bahan baku yang digunakan *Sargassum sp.* dari Pameungpeuk, Garut, bioaktivator laut dan limbah cair surimi lele (*Clarias sp.*). Penelitian ini dilakukan enam perlakuan yaitu, kontrol, *Sargassum sp.* + bioaktivator laut, limbah cair surimi, *Sargassum sp.* + bioaktivator laut + limbah cair surimi 80%, 90% dan 100% difermentasi selama 9 hari kemudian dianalisis kandungan C-organik, N total, rasio C/N, P₂O₅, K₂O pada hari 0, 3, 6 dan 9. Waktu optimum pengomposan adalah hari ke-6. Penambahan limbah cair surimi terbaik adalah pada konsentrasi 90% dengan hasil C-organik 0,803±0,015%, N total 740,063±0,0862 ppm, rasio C/N 10,855±0,1562, P₂O₅ 425,603±0,2329 ppm, K₂O 2.738,627±0,2836 ppm.

Kata kunci: *Clarias sp.*, makromineral, mikromineral, pengomposan

Abstract

Organic fertilizer is highly recommended for soil and plant because it can improve the productivity and repair physical, chemical, and biological of soil. *Sargassum sp.* and surimi liquid wastes contain organic matter and nutrient needed by plants and soils. The addition of marine bio-activator which contains bacterial isolates from litter mangrove serves to accelerate the composting time and increases the activity of microorganisms in the decomposition process. The purpose of this study was to determine optimum time and the best formulation of decomposition process organic fertilizer. Raw materials used a waste of seaweed *Sargassum sp.*, marine bio-activator and surimi liquid waste from catfish (*Clarias sp.*). The research was conducted six treatments control, *Sargassum sp.* + marine bio-activator, surimi liquid waste, *Sargassum sp.* + marine bio-activator + surimi liquid waste 80%, 90%, 100%. All treatments were fermented for 9 days and analysed the C-organic, total N, C/N ratio, P₂O₅, K₂O on days 0, 3, 6 and 9. The results showed the optimum fermentation period was on the 6th day. The most optimum concentration of surimi liquid waste added was at a concentration of 90%, with characteristics of the products was C-organic 0.803±0.0115%, total N 740.063±0.0862 ppm, C/N ratio 10.855±0.1562, P₂O₅ 425.603±0.2329 ppm, K₂O 2738.627±0.2836 ppm.

Keywords : *Clarias sp.*, macromineral, micromineral, composting

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi rumput laut yang melimpah. Menurut FAO (2014), produksi rumput laut di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan yaitu dari 2,697 juta ton pada tahun 2010, menjadi 7,641 juta ton pada tahun 2012. Salah satu jenis rumput laut yang sangat berpotensi adalah *Sargassum* sp.. Basmal (2010) melaporkan bahwa produksi rumput laut jenis *Sargassum* sp. mencapai 482.400 ton per tahun, namun pemanfaatan rumput laut ini masih belum optimal. Rumput laut jenis ini merupakan bahan baku pembuatan alginat, namun tidak semua hasil panen *Sargassum* sp. memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan baku alginat, sehingga besar kemungkinan rumput laut yang tidak memenuhi kriteria dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik untuk meningkatkan nilai komersial.

Beberapa penelitian telah banyak mengkaji potensi rumput laut sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik. Thirumaran (2009) dan Sundari *et al.* (2014) melaporkan bahwa rumput laut sangat potensial digunakan sebagai pupuk organik karena substansinya mengandung unsur makromineral (N, P, K) dan mikromineral (Fe, Mn, Cu, Zn, B) yang dibutuhkan oleh tanaman. Basmal (2010) melaporkan bahwa kombinasi hidrolisat rumput laut *Sargassum* sp. dan limbah ikan dapat dibuat sebagai pupuk organik yang mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap. Meskipun unsur hara makro dalam pupuk organik lebih kecil dari pupuk kimia tetapi pupuk organik yang dibuat dari kombinasi antara hidrolisat rumput laut dan limbah perikanan memiliki senyawa-senyawa organik yang tidak dimiliki oleh pupuk kimia. Selain itu, Ratrinia *et al.* (2014) melaporkan bahwa pupuk organik dari rumput laut memiliki kandungan unsur hara makro yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk organik lainnya seperti pada pupuk kompos dari kotoran ayam. Vives *et al.* (2015) melaporkan bahwa pupuk rumput laut yang ditambahkan dengan limbah ikan efektif digunakan pada tanaman hortikultur tomat dan selada.

Efektifitas pupuk organik dapat ditingkatkan dengan penambahan

bioaktivator. Azmi *et al.* (2015) melaporkan bahwa pupuk organik yang dihasilkan dengan penambahan bioaktivator memiliki kandungan C, N, P, K yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan bioaktivator. Bioaktivator laut dapat diperoleh dari isolat bakteri simbiosis tanaman mangrove. Menurut Pringgenies *et al.* (2015) kandungan bakteri yang terdapat pada bioaktivator laut memiliki sifat spesifik yang dapat meningkatkan unsur hara, dimana bakteri tersebut merupakan jenis bakteri penambat N dan pelarut P. Jenis bakteri yang terdapat pada bioaktivator tersebut adalah *Bacillus*, *pseudomonas*, *acinetobacter* dan *flavobacterium*.

Sargassum sp. dan serasah mangrove memiliki kandungan senyawa yang sama yaitu selulosa, sehingga diharapkan isolat bakteri serasah mangrove yang terdapat dalam bioaktivator laut dapat berperan efektif dalam penguraian bahan organik pada *Sargassum* sp. Penelitian terkait penggunaan bioaktivator laut sebagai aktivator dekomposer dan penambahan limbah cair surimi pada ekstrak *Sargassum* sp. belum pernah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi C-organik, N-total, rasio C/N, P_2O_5 , K_2O , dan bakteri fungsional selama proses fermentasi, serta mengetahui konsentrasi optimum penambahan limbah cair surimi dan waktu optimum pengomposan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah rumput laut *Sargassum* sp. yang berasal dari perairan Pameungpeuk, Garut. Bahan yang digunakan meliputi bioaktivator laut, limbah cair surimi ikan lele (*Clarias* sp.), gula merah, dan aquades. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah H_2SO_4 (Merck), $K_2Cr_2O_7$ (Merck), Indikator PDA (Merck), dan $FeSO_4$ (Merck 0.5 N), campuran garam K_2SO_4 : $CuSO_4$ (Merck, 20:4), NaOH (Merck, 45%), H_3BO_3 (Merck, 4%), indikator campuran (MR dan BCG), HCl 0,1 N (Merck), Butir Zn (Merck), HNO_3 (Merck), HClO (Merck), amonium heptamolibdat venadat (Merck), HNO_3 2 N (Merck), larutan standar KH_2PO_4 25 ppm,

dan aquades. Alat-alat yang digunakan antara lain Kjeldahl sistem, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) Shimadzu tipe AA 6300, dan spektrofotometer UV-Vis berkas ganda 1700 PC (Shimadzu).

Prosedur Penelitian

Prosedur pengolahan pupuk organik pada penelitian ini mengikuti prosedur dari Sunarpi (2010) dengan sedikit modifikasi yaitu menggunakan rumput laut *Sargassum* sp., bioaktivator laut, dan limbah cair surimi. Terdapat dua tahap dalam pengolahan pupuk organik ini yaitu preparasi bahan baku dan proses pengomposan.

Preparasi bahan baku

Penanganan bahan baku dengan melakukan sortasi dan pencucian. Rumput laut jenis *Sargassum* sp. dibersihkan dan disortir dari kotoran, dicuci dengan air laut selama kira-kira 5 menit. Rumput laut yang telah dicuci dengan air laut kemudian dibilas dengan air tawar untuk menghilangkan kandungan garam yang menempel. Pengecilan ukuran bahan baku dilakukan dengan mencacah rumput laut menjadi potongan kecil dengan tujuan agar memudahkan proses dekomposisi bahan organik dari bahan baku.

Preparasi pembuatan bahan baku limbah cair surimi dilakukan dengan cara membuat surimi dari ikan lele (*Clarias batrachus*) kemudian diambil limbah cair hasil pencucian pertama pada surimi. Pembuatan surimi dilakukan berdasarkan metode Suzuki (1981) dengan sedikit modifikasi. Kulit, tulang, dan isi perut ikan lele dibuang, selanjutnya daging dihaluskan dengan menggunakan grinder. Daging lumat dicuci dengan air dingin ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) dengan penambahan garam pada akhir pencucian sebesar 0,1%. Daging lumat yang telah dicuci selanjutnya dipisahkan airnya dengan cara disaring menggunakan kain blacu. Air cucian yang telah dipisahkan kemudian disimpan untuk tahap penelitian selanjutnya.

Pengomposan (Sunarpi 2010)

Perlakuan yang diberikan pada percobaan ini adalah perlakuan pertama yaitu *Sargassum* sp. tanpa bioaktivator laut dan limbah cair

surimi sebagai kontrol (K), perlakuan kedua adalah *Sargassum* sp. dengan bioaktivator laut tanpa limbah cair surimi (A), perlakuan ketiga adalah limbah cair surimi tanpa *Sargassum* sp. dan bioaktivator laut (B), perlakuan keempat adalah *Sargassum* sp. dengan bioaktivator laut dan limbah cair surimi konsentrasi 80% (C), perlakuan kelima adalah *Sargassum* sp. dengan bioaktivator laut dan limbah cair surimi konsentrasi 90% (D), dan perlakuan yang keenam adalah *Sargassum* sp. dengan bioaktivator laut dan limbah cair surimi konsentrasi 100% (E).

a. *Sargassum* sp. tanpa bioaktivator laut dan limbah cair surimi (K)

Sargassum sp. sebanyak 300 g ditambahkan dengan 15 mL larutan gula dengan konsentrasi 1 mg/mL, 600 mL aquades. Kemudian dilakukan fermentasi atau pengomposan selama 9 hari dan dilakukan pengukuran C-organik, N-total, P_2O_5 , dan K_2O , serta pH selama proses fermentasi berlangsung yaitu pada hari ke 0, 3, 6 dan 9.

b. *Sargassum* sp. dengan bioaktivator laut tanpa limbah cair surimi (A)

Perlakuan kedua yaitu sebanyak 300 gram *Sargassum* sp. ditambahkan dengan larutan bioaktivator laut 30 mL, kemudian ditambahkan larutan gula 15 mL dengan konsentrasi 1 mg/mL, dan 600 mL aquades. Fermentasi atau pengomposan selama 9 hari kemudian dilakukan pengukuran C-organik, N-total, P_2O_5 , dan K_2O , serta pH selama proses fermentasi berlangsung yaitu pada hari ke 0, 3, 6 dan 9.

c. Limbah cair surimi tanpa *Sargassum* sp. dan bioaktivator laut (B)

Perlakuan ketiga yaitu sebanyak 600 mL limbah cair surimi kemudian ditambahkan larutan gula 15 mL dengan konsentrasi 1 mg/mL. Fermentasi atau pengomposan dilakukan selama 9 hari dan dilakukan pengukuran C-organik, N-total, P_2O_5 , dan K_2O , serta pH selama proses fermentasi berlangsung yaitu pada hari ke 0, 3, 6 dan 9.

d. *Sargassum* sp. dengan bioaktivator laut dan limbah cair surimi 80% (C), 90% (D), dan 100% (E)

Perlakuan keempat yaitu sebanyak 300 gram *Sargassum* sp. ditambahkan dengan larutan bioaktivator laut 30 mL, kemudian ditambahkan larutan gula 15 mL dengan konsentrasi 1 mg/mL, dan ditambahkan limbah cair surimi dengan berbagai konsentrasi yaitu 80%, 90%, dan 100%. Fermentasi atau pengomposan dilakukan selama 9 hari diukur kandungan C-organik, N-total, P₂O₅, dan K₂O, serta pH selama proses fermentasi berlangsung yaitu pada hari ke 0, 3, 6 dan 9.

Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan dalam penelitian ini antara lain konsentrasi C-organik, konsentrasi N-total, konsentrasi P₂O₅, konsentrasi K₂O, kandungan bakteri penambat N dan pelarut P. Pengukuran konsentrasi parameter kimia pupuk organik (C-organik, N-total, rasio C/N, P₂O₅, dan K₂O) diukur pada hari ke 0, 3, 6 dan 9 selama pengomposan bertujuan untuk mengetahui perubahan konsentrasi C-organik, N-total, rasio C/N, P₂O₅, dan K₂O selama proses dekomposisi berlangsung.

Konsentrasi C-organik

Pengukuran konsentrasi C-organik dilakukan berdasarkan metode Walkey and Black (Horwitz 2000). Pengukuran ini dilakukan dengan cara destruksi sampel menggunakan K₂Cr₂O₇ 1N dan H₂SO₄ pekat kemudian dilakukan pengenceran dengan aquades dan ditetesi indikator DPA sebanyak 2 tetes serta dilakukan titrasi dengan FeSO₄ 0,5N hingga terjadi perubahan warna menjadi hijau hingga kebiruan. Berikut adalah perhitungan C-organik (%):

C-organik =

$$\frac{(b - a) \times N \text{ FeSO}_4 \times 3 \times 10 \times 100 / 7 \times 100\%}{\left(\frac{100}{100} + ka\right) \times \text{sampel (mg)}}$$

Keterangan:

- a = mL titran contoh dan blanko
- b = normalitas larutan baku H₂SO₄
- ka = konsentrasi air
- 3 = bobot setara C organik
- 10 = bobot atom karbon
- 100 = konversi ke %
- 77 = bobot molekul FeSO₄

Konsentrasi N-Total

Pengukuran konsentrasi nitrogen mengacu pada metode Kjeldahl (Page 1982). Metode pengujian ini adalah dengan tiga tahapan yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Destruksi menggunakan H₂SO₄ pekat dan dipanaskan pada suhu 370°C hingga larutan bening, kemudian didestilasi dengan menggunakan NaOH 45% dan butir Zn. Destilat ditampung pada larutan H₃BO₃ 4% dan diberikan indikator campuran methyl red (MR) dan bromo cressol green (BCG) selanjutnya dititrasi dengan larutan HCl 0,1N hingga warna berubah menjadi merah muda. Berikut adalah rumus perhitungan N-total.

$$N (\%) = \frac{(a - b) \times 14 \times 100\%}{\frac{100}{100 + ka} \times \text{berat sampel (mg)}}$$

Keterangan:

- a = mL titar contoh dan blanko
- b = normalitas larutan baku H₂SO₄
- ka = konsentrasi air
- 14 = bobot setara nitrogen
- 100 = konversi ke %
- 0,1 = bobot atom HCl

Rasio C/N

Rasio C/N adalah nisbah antara unsur C-organik dan nitrogen. Rasio C/N ditentukan dengan membagi hasil konsentrasi C-organik dan N-total.

Konsentrasi P2O5

Pengukuran konsentrasi fosfor dengan menggunakan acuan metode Spektrofotometri (Horwitz 2000). Pengujian P₂O₅ dilakukan dengan menggunakan HNO₃ pekat dan HClO₄ pekat dipanaskan pada suhu tinggi. Ekstrak jernih diambil dan ditambahkan aquades, HNO₃ 2N dan larutan Vanadat kemudian didiamkan selama 30 menit dan diamati pada spektrofotometer pada panjang gelombang 650 nm dan dibandingkan dengan larutan standar (0; 2,5; 5,0; 7,5; 10; 12,5; 15 ppm).

$$P = (a+bx) \times \text{pengenceran}$$

$$P_2O_5 (\%) = P \times 2,2914$$

Keterangan:

- a = mL titar contoh dan blanko

bx = normalitas larutan baku HNO_3
 P = bobot setara fosfor
 2,2914 = konversi ke %

Konsentrasi K_2O

Pengukuran konsentrasi kalium dilakukan berdasarkan metode Flamephotometry (Horwitz 2000). Pengukuran K_2O dilakukan dengan menggunakan HNO_3 pekat dan HClO_4 pekat dipanaskan pada suhu tinggi. Kemudian ekstrak jernih diambil dan ditambahkan aquades, HNO_3 2N, larutan Vanadat, kemudian diamati pada Flamephotometer dan dibandingkan dengan larutan standar (0; 5; 10; 15; 20 ppm).

$$K (\%) = \text{ppm kurva} \times \text{ml ekstrak} \times 1000 \text{ mL}^{-1} \times 100 \text{mg contoh}^{-1} \text{ fp} \times \text{fk}$$

Keterangan:

Ppm kurva = konsentrasi contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan antara konsentrasi deret standart dengan pembacaannya dikurangi blanko.

fp = faktor pengenceran

fk = faktor koreksi konsentrasi air = $100 / (100 - \% \text{kadar air})$

100 = faktor konversi ke %

Bakteri Penambat N

Bakteri penambat N dianalisis berdasarkan metode Krieg & Dobereiner (1984). Pengukuran ini dilakukan dengan cara pembuatan media seleksi Azotobacter (LG medium): menimbang sukrosa 20 g; K_2HPO_4 0,05 g; KH_2PO_4 0,15 g; CaCl_2 0,01 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,20 g; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 2 mg; FeCl_2 0,01 g; bromtimol biru (0,5% larutan dalam etanol) 2 mL; CaCO_3 1 g; agar 15 g dan aquades 1000 mL. Sampel 10 g dimasukkan ke dalam 90 mL larutan garam fisiologis steril, kemudian buat seri pengenceran dari 10-1 hingga 10-7. Menginokulasi tiap seri pengenceran ke dalam medium seleksi Azotobacter, dan inkubasi pada suhu 30°C. Koloni *Azotobacter chroococcum* tampak setelah 24 jam inkubasi dengan ciri putih basah dan berubah menjadi coklat gelap setelah 3-5 hari, selanjutnya dilakukan perhitungan koloni.

Bakteri pelarut P

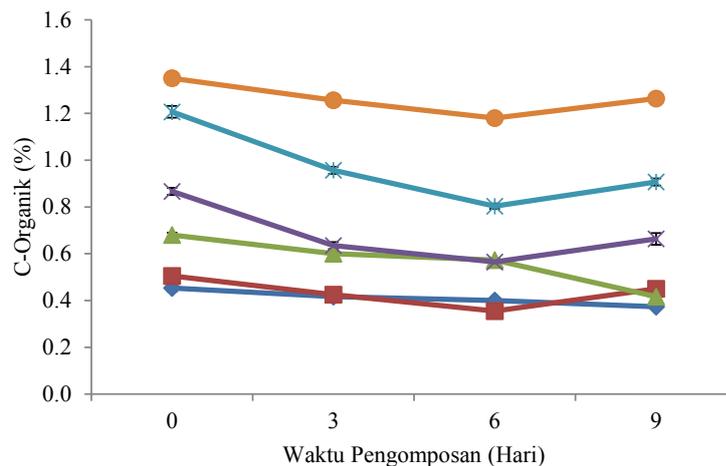
Bakteri penambat N dianalisis berdasarkan metode Subba-Rao (1981). Pengukuran ini dilakukan dengan cara membuat media Pikovskaya, menimbang bahan kimia berikut ini masing-masing seberat: 10 g glukosa; 5 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ bisa diganti dengan AlPO_4 , FePO_4 , atau sumber P lainnya); 0,5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 0,1 g $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; sedikit MnSO_4 ; sedikit FeSO_4 ; 0,5 g ekstrak ragi; dan 15 g agar, dan melarutkan dalam akuades hingga volume 1 L. Sampel 1 g dimasukkan ke dalam 9 mL larutan garam akuades steril, kemudian buat seri pengenceran dari 10-1 hingga 10-4. Memipet masing-masing 1 mL larutan dari pengenceran 10-2, 10-3, dan 10-4 dan secara aseptik menuang ke dalam cawan petri yang berisi media agar Pikovskaya hingga larutan merata di seluruh permukaan media. Memberi label pada setiap cawan petri sesuai dengan besar pengenceran, selanjutnya inkubasi pada suhu kamar selama 3-6 hari dan akan muncul koloni MPF dengan ciri terbentuk zona bening (*halozone*), selanjutnya dilakukan perhitungan koloni.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi C-organik

Konsentrasi C-organik cenderung mengalami penurunan pada semua perlakuan selama proses pengomposan berlangsung (Gambar 1). Penurunan konsentrasi C-organik dikarenakan adanya penggunaan karbon oleh mikroorganisme sebagai sumber energi untuk mendekomposisi bahan organik.

Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi C-organik pada perlakuan K dan perlakuan B mengalami penurunan hingga hari ke-9, sedangkan pada perlakuan A mengalami penurunan dari hari ke-0 hingga hari ke-6 kemudian naik pada hari ke-6 hingga hari ke-9 (Gambar 1). Hal tersebut diduga karena pada perlakuan kontrol dan B proses dekomposisi bahan organik masih berjalan hingga hari ke-6, sedangkan pada perlakuan A sudah selesai pada hari tersebut. Lebih cepatnya waktu pengomposan pada perlakuan A disebabkan karena pengaruh penambahan bioaktivator laut yang mengandung isolat bakteri serasah mangrove. Sunarto (2003)



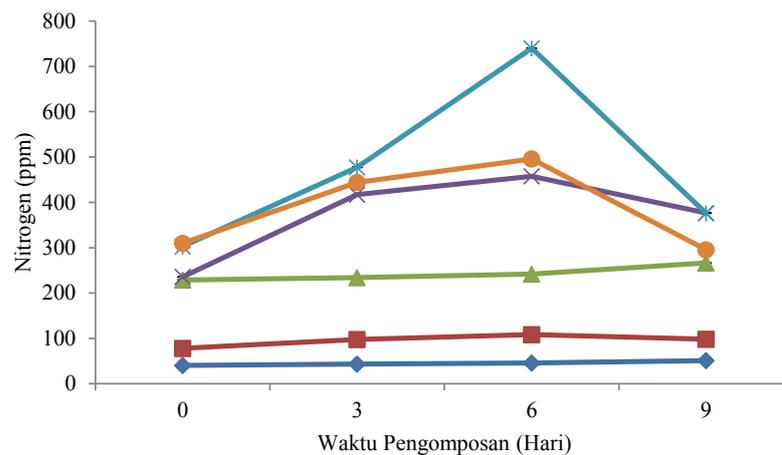
Gambar 1 Konsentrasi C-organik pada perlakuan yang berbeda selama pengomposan 9 hari
 ◆: Kontrol (K), ■: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut (A), ▲: limbah cair surimi (B),
 ✕: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut + limbah cair surimi 80% (C), * : *Sargassum* sp.
 + bioaktivator laut + limbah cair surimi 90% (D), ●: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut
 + limbah cair surimi 100% (E)

yang melaporkan bahwa bakteri serasah mangrove memiliki kemampuan yang tinggi dalam mendekomposisi bahan organik.

Konsentrasi C-organik pada perlakuan penggunaan bioaktivator laut dan penambahan limbah cair surimi dengan konsentrasi 80%, 90%, dan 100% mengalami penurunan dari hari ke-0 hingga hari ke-6 kemudian meningkat pada hari ke-9 (Gambar 1). Hal tersebut diduga karena proses dekomposisi telah mencapai waktu optimum pengomposan yaitu pada hari ke-6. Selain itu, hasil konsentrasi C-organik pada perlakuan C, D, dan E menunjukkan bahwa ketiga perlakuan tersebut memiliki konsentrasi C-organik yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan perlakuan K, A, dan B. Tingginya konsentrasi C-organik pada perlakuan C, D, dan E disebabkan karena limbah cair perikanan mengandung bahan organik yang cukup tinggi. Seperti yang dilaporkan Ibrahim (2005), limbah cair industri perikanan memiliki bahan organik yang tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi limbah cair surimi yang ditambahkan maka semakin tinggi pula C-organik yang dihasilkan oleh pupuk organik cair.

Konsentrasi N-total

Hasil konsentrasi N-total yang didapat pada semua perlakuan cenderung mengalami peningkatan selama proses pengomposan (Gambar 2). Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi N-total pada perlakuan K dan B mengalami peningkatan yang tidak signifikan selama proses pengomposan hingga hari ke-9, sedangkan pada perlakuan A mengalami peningkatan hingga hari ke-6 kemudian menurun setelahnya. Hasil yang diperoleh pada perlakuan K dan B diduga belum mencapai waktu optimum dekomposisi, sedangkan pada A telah mencapai waktu optimum yaitu pada hari ke-6. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi N-total pada K lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil pada A. Pringgenies *et al.* (2015) melaporkan bahwa kandungan bakteri yang terdapat pada bioaktivator dari laut adalah *Bacillus*, *pseudomonas*, *acinetobacter* dan *flavobacterium*. Bakteri tersebut memiliki sifat spesifik dalam meningkatkan unsur hara nitrogen. Konsentrasi N-total pada perlakuan B lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A. Hal tersebut terjadi karena jumlah nitrogen pada limbah cair surimi lebih besar dari pada *Sargassum* sp.. Hasil uji karakteristik



Gambar 2 Konsentrasi N-total pada perlakuan yang berbeda selama pengomposan 9 hari
 ◆: Kontrol (K), ■: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut (A), ▲: limbah cair surimi (B),
 ✕: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut + limbah cair surimi 80% (C), ✱: *Sargassum* sp.
 + bioaktivator laut + limbah cair surimi 90% (D), ●: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut
 + limbah cair surimi 100% (E)

bahan baku menunjukkan bahwa konsentrasi N-total pada *Sargassum* sp. yaitu sebesar 0,003% sedangkan pada limbah cair surimi mencapai 0,94%.

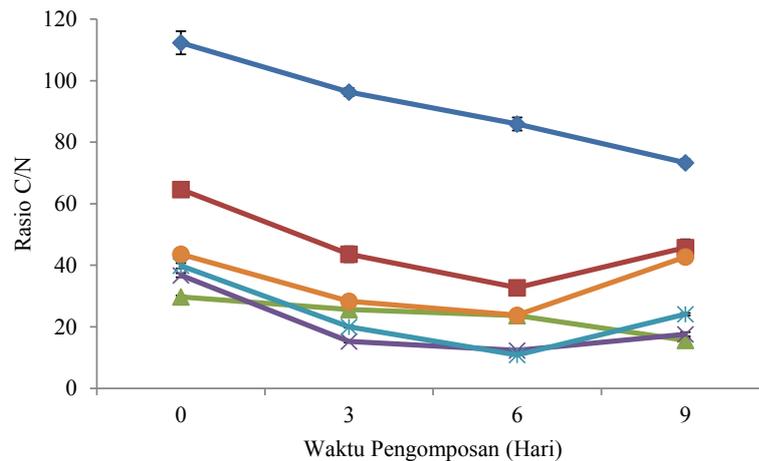
Hasil penelitian konsentrasi N-total pada perlakuan C, D, dan E cenderung mengalami peningkatan yang signifikan hingga hari ke-6 kemudian menurun setelahnya (Gambar 2). Konsentrasi N-total tertinggi yaitu pada perlakuan D, sedangkan konsentrasi N-total pada perlakuan C dan E lebih kecil. Hal tersebut diduga karena konsentrasi penambahan limbah cair surimi yang paling optimum adalah 90%. Djuamani *et al.* (2005) melaporkan bahwa apabila nitrogen pada bahan yang ditambahkan rendah maka aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang sehingga menyebabkan mutu kompos yang rendah. Sedangkan apabila nitrogen pada bahan yang ditambahkan tinggi maka akan terjadi kelebihan nitrogen yang tidak dipakai oleh mikroorganisme tidak dapat diasimilasi dan akan hilang melalui volatilisasi sebagai amonia atau terdenitrifikasi. Konsentrasi N-total pada perlakuan C, D, dan E lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan K dan A. Hal tersebut diduga karena limbah cair surimi memiliki konsentrasi nitrogen yang tinggi sehingga berpengaruh terhadap proses penguraian nitrogen pada pengomposan pupuk organik cair. Nurhayati

et al. (2015) melaporkan bahwa hasil analisis kimia air cucian surimi menunjukkan adanya protein pada air cucian surimi, yaitu sebesar 0,88%.

Rasio C/N

Bahan organik tidak dapat digunakan secara langsung oleh tanaman karena perbandingan kandungan C/N dalam bahan tersebut tidak sesuai dengan C/N tanah. Tujuan dari proses pengomposan adalah menurunkan rasio C/N pada kompos hingga mendekati rasio C/N tanah (10-20).

Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa nilai rasio C/N pada perlakuan K dan perlakuan B mengalami penurunan terus menerus hingga hari ke-9, sedangkan rasio C/N pada perlakuan A hanya mengalami penurunan hingga hari ke-6 kemudian meningkat setelahnya (Gambar 3). Nilai rasio C/N pada perlakuan A awalnya sangat tinggi dan masih tetap tinggi hingga hari ke-9, hal tersebut membuktikan bahwa proses pengomposan belum matang sempurna karena tingginya rasio C/N pada bahan baku. Semakin tingginya C/N rasio bahan, maka proses pengomposan akan semakin lama karena C/N harus diturunkan. Sedangkan hasil rata-rata rasio C/N pada perlakuan A lebih rendah dibandingkan dengan rasio C/N pada perlakuan K. Hal tersebut disebabkan



Gambar 3 Rasio C/N pada perlakuan yang berbeda selama pengomposan 9 hari
 ◆: Kontrol (K), ■: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut (A), ▲: limbah cair surimi (B),
 ✕: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut + limbah cair surimi 80% (C), ✧: *Sargassum* sp.
 + bioaktivator laut + limbah cair surimi 90% (D), ◆: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut
 + limbah cair surimi 100% (E)

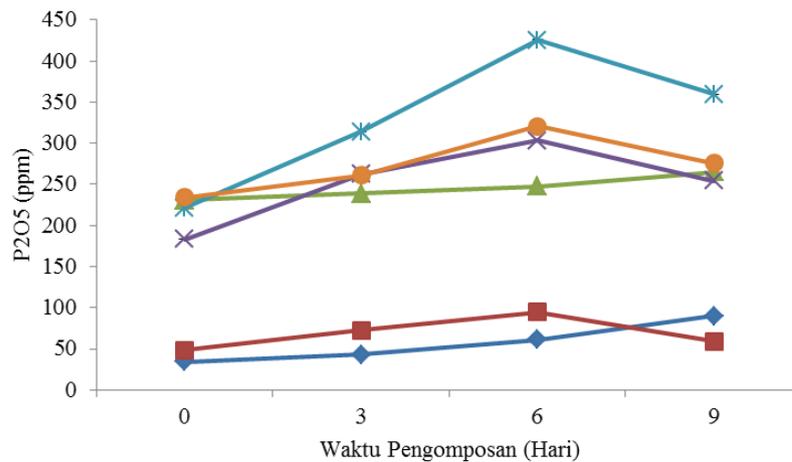
tingginya konsentrasi nitrogen pada bakteri yang terkandung dalam bioaktivator laut. Menurut Stanburry *et al.* (2003), nitrogen merupakan komponen utama dalam asam amino yang digunakan bagi makhluk hidup sebagai dasar pembentuk asam nukleat, seperti DNA dan RNA yang nantinya membawa sifat keturunan. Azmi *et al.* (2015) melaporkan bahwa rata-rata kandungan nitrogen pada produk bioaktivator laut adalah 0,80%.

Hasil penelitian rasio C/N pada perlakuan C, D, dan E mengalami penurunan signifikan hingga hari ke-6 kemudian meningkat kembali setelahnya. Nilai rasio C/N pada perlakuan C dan D pada hari ke-6 sudah mencapai standar rasio C/N pupuk organik, sedangkan pada perlakuan E belum memenuhi standar karena masih terlalu tinggi. Djuamani *et al.* (2005) melaporkan bahwa apabila nitrogen pada bahan yang ditambahkan tinggi maka akan terjadi kelebihan nitrogen yang tidak dipakai oleh mikroorganisme tidak dapat diasimilasi dan akan hilang melalui volatilisasi sebagai amonia atau terdenitrifikasi. Rasio C/N pada perlakuan C, D, dan E lebih rendah dibandingkan perlakuan K dan A (Gambar 4). Penambahan limbah cair surimi sangat berpengaruh dalam menurunkan rasio C/N karena limbah cair surimi memiliki kandungan nitrogen yang cukup tinggi.

Konsentrasi P_2O_5

Hasil konsentrasi P_2O_5 pada semua perlakuan mengalami kenaikan selama proses pengomposan (Gambar 4). Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi P_2O_5 pada perlakuan K, A, dan B mengalami peningkatan selama proses pengomposan. Hasil P_2O_5 pada K dan perlakuan B mengalami peningkatan dari hari ke-0 hingga hari ke-9 meskipun tidak signifikan. Sedangkan pada perlakuan A hasil P_2O_5 meningkat dari hari ke-0 hingga hari ke-6 kemudian mengalami penurunan setelahnya. Hal tersebut diduga karena pada perlakuan A hari ke-6 kompos telah mengalami kematangan, sedangkan pada K belum. Menurut Azmi *et al.* (2015) bahwa bioaktivator dari laut terdapat bakteri *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, dan *Bacillus* yang berperan dalam melarutkan Fosfor. Akan tetapi hasil konsentrasi P_2O_5 pada perlakuan B lebih tinggi apabila dibandingkan dengan perlakuan A. Hal tersebut disebabkan karena perbedaan kandungan P_2O_5 pada bahan baku, dimana konsentrasi P_2O_5 *Sargassum* sp. lebih rendah dibandingkan pada limbah cair surimi, yaitu 0,01% dan 0,13%.

Konsentrasi P_2O_5 pada C, D, dan E mengalami peningkatan signifikan dari hari ke-0 hingga hari ke-6 kemudian mengalami penurunan setelahnya. Konsentrasi



Gambar 4 Konsentrasi P_2O_5 pada perlakuan yang berbeda selama pengomposan 9 hari
 ◆: Kontrol (K), ■: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut (A), ▲: limbah cair surimi (B),
 ✕: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut + limbah cair surimi 80% (C), ✱: *Sargassum* sp.
 + bioaktivator laut + limbah cair surimi 90% (D), ●: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut
 + limbah cair surimi 100% (E)

P_2O_5 tertinggi yaitu pada D dimana 90% merupakan konsentrasi penambahan limbah cair surimi yang paling optimum. Hal tersebut diduga karena proses penguraian oleh mikroorganisme kurang berjalan optimal.

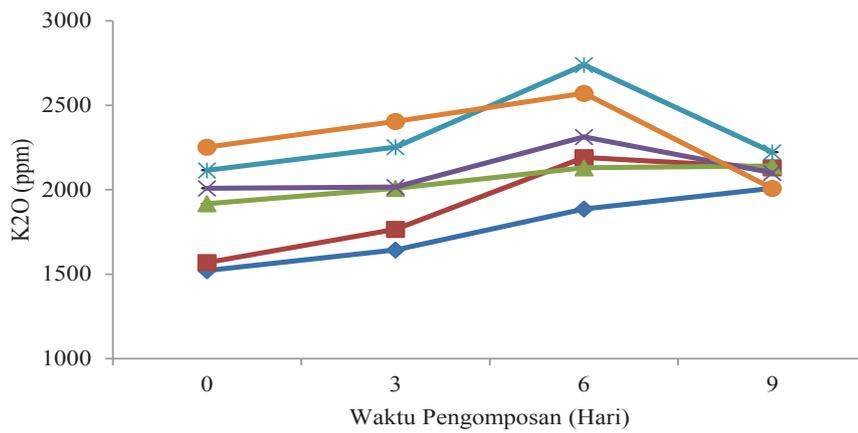
Konsentrasi P_2O_5 pada perlakuan kontrol dan RL+BL lebih rendah dibandingkan dengan C, D, dan E. Hal tersebut membuktikan bahwa penambahan limbah cair surimi memberikan pengaruh nyata pada konsentrasi P_2O_5 . Menurut Mosquera *et al.* (2011) kandungan P_2O_5 limbah produksi perikanan adalah sekitar 1,8%. Selanjutnya juga didukung oleh Hidayati *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa semakin besar nitrogen yang dikandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak fosfor akan meningkat, sehingga kandungan fosfor dalam bahan organik juga meningkat, demikian juga kandungan fosfor dalam pupuk seiring dengan kandungan fosfor dalam bahan.

Konsentrasi K_2O

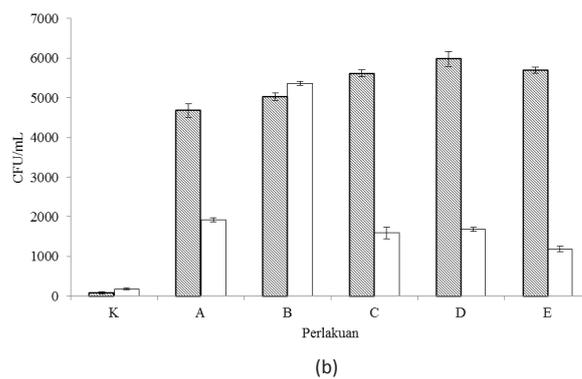
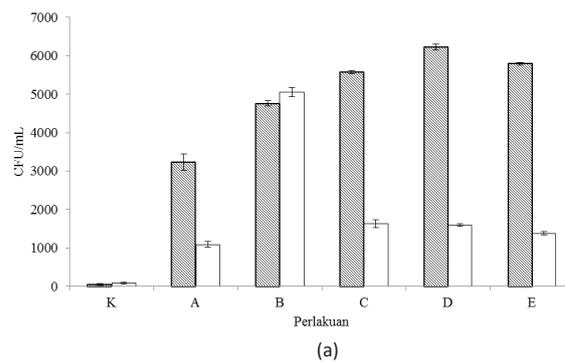
Hasil konsentrasi K_2O pada semua perlakuan mengalami peningkatan selama proses pengomposan (Gambar 6). Selama proses pengomposan terjadi penguraian kalium kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat diserap

optimal oleh tanaman. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi K_2O pada perlakuan K, A, dan B mengalami peningkatan. Akan tetapi konsentrasi K_2O pada perlakuan K dan B terus meningkat dari hari ke-0 hingga hari ke-9, sedangkan pada perlakuan A terjadi peningkatan hingga hari ke-6 kemudian mengalami penurunan setelahnya. Peningkatan konsentrasi K_2O pada perlakuan bioaktivator laut lebih signifikan dibandingkan perlakuan K. Peningkatan konsentrasi K_2O pada A karena adanya aktivitas mikroorganisme yang menggunakan kalium sebagai katalisator dalam proses fermentasi. Hidayati *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa kalium (K_2O) digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan substrat sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan segala aktivitasnya akan sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium. Kalium diikat dan disimpan dalam sel oleh bakteri dan jamur, jika didegradasi kembali maka kalium akan menjadi tersedia kembali.

Konsentrasi K_2O pada C, D, dan E mengalami peningkatan hingga hari ke-6 kemudian menurun setelahnya. Penurunan konsentrasi K_2O diduga terjadi karena mikroba telah mencapai kesetimbangan pada hari ke-6



Gambar 5 Konsentrasi K₂O pada perlakuan yang berbeda selama pengomposan 9 hari
 ◆: Kontrol (K), ■: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut (A), ▲: limbah cair surimi (B),
 ✕: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut + limbah cair surimi 80%(C), * : *Sargassum* sp.
 + bioaktivator laut + limbah cair surimi 90% (D), ●: *Sargassum* sp. + bioaktivator laut
 + limbah cair surimi 100% (E)



Gambar 6 Kandungan bakteri fungsional a) penamnat N dan b) pelarut P pada pengomposan hari ke-6 dan ke-9 ■ : hari ke-6 dan □ : hari ke-9. Keterangan: Kontrol (K), *Sargassum* sp. + bioaktivator laut (A), limbah cair surimi (B), *Sargassum* sp. + bioaktivator laut + limbah cair surimi 80%(C), *Sargassum* sp. + bioaktivator laut + limbah cair surimi 90% (D), *Sargassum* sp. + bioaktivator laut + limbah cair surimi 100% (E)

yakni jumlah mikroba yang dihasilkan sama dengan jumlah mikroba yang mati. Pada saat ini aktivitas mikroba akan mulai menurun dan ditunjukkan oleh menurunnya konsentrasi K_2O . Konsentrasi K_2O yang paling tinggi yaitu pada perlakuan D dan diduga merupakan konsentrasi penambahan limbah cair surimi yang paling optimal. Menurut Nainggolan (2008) jumlah populasi mikroba yang meningkat dapat menimbulkan kompetisi antar mikroorganisme. Bentuk kompetisi tersebut dapat berupa kompetisi dalam pemanfaatan ruang, air, dan unsur-unsur hara. Konsentrasi K_2O pada perlakuan kontrol dan RL+BL lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil pada perlakuan C, D, dan E. Hal tersebut membuktikan bahwa penambahan limbah cair surimi memberikan pengaruh nyata terhadap konsentrasi K_2O . Menurut Mosquera *et al.* (2011) kandungan K_2O pada limbah produksi perikanan adalah 0,79% sehingga dapat meningkatkan kandungan unsur hara kalium pada pupuk organik.

Bakteri Fungsional

Mikroba fungsional merupakan mikroorganisme yang berperan penting dalam proses pengomposan pupuk organik maupun pada tanah sebagai agen penyubur tanah. Mikroba fungsional terdiri dari mikroba penambat N dan pelarut P.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan bakteri penambat N dan pelarut P tertinggi yaitu pada perlakuan D pengomposan hari ke-6. Rata-rata kandungan bakteri penambat N dan pelarut P menurun pada hari ke-9. Selama awal proses pengomposan, mikroba menyesuaikan diri dan melakukan metabolisme sehingga aktivitasnya meningkatkan ukuran sel. Mikroba menggunakan bahan organik dari *Sargassum* sp. dan limbah cair surimi sebagai makanan dan sumber energi untuk berkembang biak. Penguraian semakin baik dengan ditunjukkannya peningkatan konsentrasi N-total dan P_2O_5 hingga hari ke-6. Mikroba mencapai kesetimbangan yakni jumlah mikroba yang dihasilkan sama dengan jumlah mikroba yang mati. Aktivitas mikroba akan mulai menurun dan ditunjukkan oleh menurunnya N-total dan P_2O_5 pada

pengomposan hari ke-9. Sutanto (2002) melaporkan bahwa N total yang terdapat pada kompos dapat menjadi energi dan makanan bagi mikroorganisme, contohnya bakteri. Maka, semakin tinggi kandungan N total pada kompos, semakin tinggi aktivitas mikroorganismenya (bakteri).

KESIMPULAN

Penggunaan bioaktivator laut dan limbah cair surimi dapat mempercepat laju dekomposisi bahan organik dan meningkatkan konsentrasi C-organik, N-total, P_2O_5 , dan K_2O , serta berpengaruh terhadap rasio C/N dan kandungan bakteri fungsional. Konsentrasi optimum penambahan limbah cair surimi adalah 90% dan waktu optimum pengomposan dengan menggunakan bioaktivator laut dan limbah cair surimi adalah 6 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2014. Fisheries and Aquaculture Statistics. Roma: FAO Yearbook.
- Azmi I, Delianis P, Ali R. 2015. Perbedaan produk bioaktivator dari laut (Reuse) dan/atau EM4 terhadap kandungan unsur hara dalam pupuk organik cair rumput laut *Sargassum* sp.. *Journal of Marine Research* 2(4):78-86
- Basmal J. 2010. Teknologi pembuatan pupuk organik kombinasi hidrolisat rumput laut *Sargassum* sp. dan limbah ikan. *Squalen* 5(2):59-66
- Djuamani, Nan, Kristian, Budi SS. 2005. Cara cepat membuat kompos. Jakarta: Agro Media Pustaka
- Hidayati Y, Eulis TM, Benito EH. 2010. Pengaruh campuran feses sapi potong dan feses kuda pada proses pengomposan terhadap kualitas kompos. *Jurnal Ilmiah Ilmu Peternakan* 13(6):299-303
- Horwitz W. 2000. Official methods of analysis of AOAC international 17thed. Gaithersburg : AOAC International
- Ibrahim B. 2005. Kaji ulang sistem pengolahan limbah cair industri hasil perikanan secara biologis dengan lumpur aktif. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 8(1):31-41
- Mosquera MEL, Emilio FL, Ruben V, Rafael C, Begona A, Concepcion B. 2011.

- Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. *Procedia Environmental Sciences* 9:113-117
- Nainggolan PFH. 2008. Kajian pemanfaatan lumpur limbah water treatment PT. pupuk kujang sebagai media tanam *Arachis hypogaea* dengan penambahan mikoriza, rhizobium, dan pupuk bokashi.[tesis] Surabaya: Institut Teknologi Surabaya
- Nurhayati T, Hani N, Agoes MJ. 2015. Recovery enzim katepsin dari limbah surimi. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan* 4(1):31-42
- Page AL. 1982. Methods of soil analysis Part 2 American Society of Agronomy and Soil Science of America. Madison: WI
- Pringgencies D, Riyanda I, dan Izzuddin A. 2015. Eksplorasi bakteri simbiosis mangrove sebagai aktivator untuk kompos. Laporan Penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. *Journal of Marine Research* 2(4):69-77
- Ratrinia PW, Widodo FM, Eko ND. 2014. Pengaruh penggunaan bioaktivator EM4 dan penambahan daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) terhadap spesifikasi pupuk organik cair rumput laut *E. spinosum*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3(3):82-87
- Sunarpi, Ahmad J, Rina K, Nur Indah J, Aluh N. 2010. Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants. *Nusa Tenggara* 2 (2): 73-77.
- Sunarto. 2003. Peranan dekomposisi dalam proses produksi pada ekosistem laut. Seminar Filsafat Sains Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. 16 November 2003. 5-14
- Sundari I, Widodo FM, Eko NCD. 2014. Pengaruh penggunaan bioaktivator EM4 dan penambahan tepung ikan terhadap spesifikasi pupuk organik cair rumput laut *Gracilaria* sp. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3(3):88-94
- Sutanto R. 2002. Penerapan pertanian organik, masyarakat, dan pengembangannya. Yogyakarta: Kanisius.
- Thirumaran M, Arumugam, Anantharaman. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* (l) medikus. *American-Eurasian Journal of Argonomy. India* (2)2:57-66.
- Vives M I, Seoane L, Brito, Lopez F. 2015. Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use. *Scientia Horticulturae* 186:101-107.