

ABILITY OF AMILOLYTIC BACTERIA (*Bacillus paramycoides* AND *Enterobacter cloacae*) IN DEGRADING ORGANIC MATERIALS OF MANGROVE LITTER

Redila Aprilivia Putri^{1*}, Nursyirwani¹, Feliatra¹

¹Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Universitas Riau, Pekanbaru
*redilaapril@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to find out that *Bacillus paramycoides* and *Enterobacter cloacae* bacteria can produce amylase enzymes and have the ability to degrade organic matter, especially mangrove litter. From this study it was found that the optimal growth of *B. paramycoides* and *E. cloacae* bacteria occurred at 12th hour. The results of measurements and calculations of absorbance values at 630 nm were 10.238×10^8 cells/mL (*B. paramycoides*) and 12.030×10^8 cells/mL (*E. cloacae*) using the spectrophotometric method. Meanwhile, with the TPC method at 12 hours, the number of bacterial cells was 2.08×10^8 CFU's/mL (*B. paramycoides*) and 2.44×10^8 CFU's/mL (*E. cloacae*). The ability to produce the largest amylolytic bacterial amylase enzyme also occurred at 12 hours as much as 0.306 mg/mL (*B. paramycoides*) with an increase of 0.046 mg/mL and 0.243 mg/mL (*E. cloacae*) with an increase of 0.028 mg/mL. The bacteria that have the highest amylase enzyme ability is *E. cloacae* as evidenced by the diameter of the clear zone of 10.10 mm. Testing the ability of amylolytic bacteria in degrading mangrove litter was carried out by adding amylase enzyme as much as 0%, 50% and 100%. Amylolytic bacteria can degrade organic matter by hydrolyzing starch contained in mangrove litter. The most degraded starch content was in the 100% enzyme treatment, which was 1.021 mg/mL (*B. paramycoides*) and 1.189 mg/mL (*E. cloacae*).

Keywords: Enzyme, *Bacillus*, *Enterobacter*, Degradation, Starch

I. PENDAHULUAN

Bakteri amilolitik dalam tanah mangrove berperan penting dalam proses degradasi amilum menjadi senyawa yang lebih sederhana dan menjadi nutrisi dalam tanah [1]. Bakteri amilolitik merupakan bakteri yang dapat menghasilkan enzim amilase yang mampu memecah pati menjadi glukosa [2]. Proses tersebut dapat berlangsung apabila terjadi kontak langsung antara sel bakteri dengan substrat.

Penelitian yang berkaitan tentang mikroorganisme khususnya bakteri yang berasal dari sedimen ekosistem mangrove di Indonesia masih jarang dilakukan,

sehingga perlu dilakukan eksplorasi untuk menemukan bakteri yang mampu memproduksi enzim. Pada penelitian sebelumnya telah ditemukan jenis bakteri amilolitik dari sedimen ekosistem mangrove Stasiun Kelautan Dumai. Jenis bakteri amilolitik yang ditemukan antara lain *Bacillus paramycoides* (kode isolat TR6), *Enterobacter cloacae* (kode isolat TR 11) [3]. Namun, bakteri bakteri yang ditemukan tersebut masih belum diketahui kemampuannya dalam mendegradasi bahan organik khususnya serasah mangrove, oleh karena itu, adanya penelitian ini adalah bertujuan untuk mengetahui kemampuan

bakteri amilolitik yang diisolasi dari sedimen ekosistem mangrove Stasiun Kelautan Dumai dalam mendegradasi serasah mangrove. Dengan sampel serasah yang diambil dari area hutan mangrove di Muala Sungai Dumai.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan bulan Agustus 2020. Uji kemampuan degradasi oleh bakteri amilolitik dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Pengambilan serasah mangrove dilakukan di area Hutan Mangrove Stasiun Kelautan Dumai.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu menguji kemampuan bakteri amilolitik serta pengaruh perbedaan konsentrasi enzim amilase yang digunakan dalam mendegradasi bahan organik serasah mangrove. Isolat bakteri yang digunakan dalam penelitian ini ada dua, yaitu isolat bakteri *Bacillus paramycoides* (TR6) dan *Enterobacter cloacae* (TR11) dengan tiga kali pengulangan dan dua konsentrasi enzim amilase yang diberikan yaitu 50% dan 100%. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap satu faktor.

Prosedur Penelitian

Peremajaan Isolat Bakteri

Bakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri yang telah diisolasi dari Sedimen Ekosistem Mangrove Stasiun Kelautan Purnama Dumai dan telah diidentifikasi secara molekuler berdasarkan penelitian sebelumnya [3]. Jenis bakteri yang digunakan adalah ada 2 yaitu isolat bakteri *Bacillus paramycoides* (TR6) dan *Enterobacter cloacae* (TR11). Isolat bakteri amilolitik diremajakan berdasarkan

prosedur dari [4] yaitu dengan cara memindah ulang isolat ke dalam medium agar miring Marine Agar Zobell dengan menambahkan amilum 1% steril secara aseptis dengan jarum ose kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 2x24 jam.

Persiapan Bakteri Uji

Pembuatan suspensi bakteri dilakukan dengan mengambil 6-7 ose bakteri dari hasil peremajaan dan dimasukkan ke dalam botol berisi akuades sebanyak 100 mL yang telah disterilkan. Kemudian larutan berisi bakteri tersebut divorteks sampai terbentuk suspensi lalu dibandingkan dengan larutan Mc.Farland 0,5 standard.

Suspensi dari Isolat bakteri yang terbentuk kemudian diambil sebanyak 10 mL ke dalam media TSB (*Tryptic Soy Broth*) yang telah ditambahkan amilum 1% steril sebagai media pertumbuhan bakteri kemudian divorteks sampai homogen. Isolat tersebut kemudian dinkubasi selama 24 jam dalam *shaker bath*. Pengamatan pertumbuhan bakteri dan produksi enzim dilakukan setiap enam jam sekali.

Penentuan Waktu Optimum Produksi Enzim Amilase

Pengamatan uji penentuan waktu optimum produksi enzim amilase dilakukan 6 jam sekali selama 24 jam. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara mengambil masing masing 1 mL isolat bakteri kedalam mikro tub kemudian disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 9000 rpm. Dari hasil sentrifugasi tersebut akan terbentuk larutan enzim pada bagian atas tub sedangkan sel bakteri akan mengendap dibagian bawah. Larutan tersebut yang kemudian diambil menggunakan pipet tetes dan di masukkan kedalam kuvet untuk di amati absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 660.

Penentuan Waktu Optimum Pertumbuhan Bakteri Amilolitik

Uji penentuan waktu optimum pertumbuhan bakteri dilakukan dengan 2 tahap yaitu yang pertama adalah perhitungan jumlah koloni bakteri amilolitik dengan metode TPC (*Total Plate Count*) yaitu dengan mempersiapkan 5 botol tabung reaksi berisi 10 mL akuades steril. Sebanyak 1 mL isolat bakteri dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu divorteks prosedur tersebut diulangi sampai pengenceran 10^{-5} . Pada pengenceran 10^{-5} diambil sebanyak 0,1 mL dan ditebarkan kedalam cawan petri berisi media PCA dan diratakan menggunakan batang L. Cawan tersebut dibungkus menggunakan *plastic wrap* dan diinkubasikan selama 24 jam untuk kemudian dihitung jumlahnya. Untuk perhitungan jumlah koloni bakteri menggunakan rumus [5]:

$$\text{CFU/ml} = \left(\frac{\text{Jumlah Koloni}}{\text{Faktor Pengenceran}} \right) \times \left(\frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}(10^1)} \right)$$

Untuk pengukuran pertumbuhan bakteri menggunakan spektrofotometer yang diawali dengan pembuatan blanko untuk menentukan panjang gelombang optimal. Pembuatan blanko menggunakan media TSB yang tidak berisi bakteri kemudian diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 600-660 nm. Selanjutnya 5 ml isolat bakteri diambil menggunakan spuit steril dan dimasukkan kedalam kuvet untuk dihitung absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang yang telah ditentukan.

Uji Enzim Amilase

Uji amilase dilakukan dengan menginokulasikan isolat ke medium yang mengandung amilum dengan cara goresan. Setelah diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C kemudian ditetesi *reagen lugol's iodine*. Amilase merupakan enzim yang mampu menghidrolisis molekul amilum menjadi glukosa atau oligo-

sakarida. Dengan indikator larutan iodin tersebut akan memberikan warna bening yang menandakan bahwa isolat tersebut dapat menghidrolisis amilum. Adanya zona bening di sekitar koloni menunjukkan aktivitas enzim amilase.

Uji Kemampuan Isolat Bakteri dalam mendegradasi Serasah Mangrove

Uji kemampuan bakteri amilolitik dalam mendegradasi serasah mangrove dilakukan dengan cara 10 g serasah mangrove yang telah dihaluskan dan diayak diencerkan dengan menambahkan akuades sebanyak 100 mL kemudian ditambahkan enzim dari bakteri amilolitik, enzim amilase yang ditambahkan sebanyak 0%, 50% dan 100%. Pada uji ini dilakukan pengamatan kadar amilum pada awal inkubasi dan akhir inkubasi. Apabila bakteri dapat mendegradasi amilum maka kadar amilum akan berkurang selama proses berlangsung.

Pengukuran Kadar Amilum

Sebanyak 1 mL larutan pati dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan 3 mL pereaksi DNS, selanjutnya dipanaskan pada penangas air mendidih selama 5 menit kemudian didinginkan pada suhu ruang. Larutan dipindahkan ke dalam kuvet, absorbansi diukur pada panjang gelombang 550 nm. Kadar gula ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi absorbansi larutan standar.

Pengujian kandungan amilum dilakukan dengan mengambil 1 mL sampel serasah mangrove dengan perlakuan penambahan enzim amilase 0%, 50% dan 100% dan diinkubasi selama 60 menit kedalam tabung, kemudian ditambahkan 1 mL reagen DNS dan 2 ml akuades. Tabung reaksi dipanaskan di dalam *water bath* selama 5 menit agar terjadi reaksi antara glukosa dengan DNS. Absorbansi tiap larutan diukur menggunakan spektro-

fotometer dengan panjang gelombang 550 nm [6].

Analisis Data

Data laju degradasi bahan organik serasah mangrove oleh bakteri amilolitik disajikan dalam bentuk gambar dan tabel. Kemudian data tersebut dijelaskan secara deskriptif berdasarkan literatur terkait dengan penelitian ini. Untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi bahan organik digunakan uji ANOVA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN Pertumbuhan Bakteri Amilolitik

Bakteri amilolitik *B. paramycoides* (TR6) dan *E. cloacae* (TR11) diinkubasi selama 24 jam diamati pertumbuhannya setiap 6 jam sekali menggunakan metode spektrofotometri dan metode *Total Plate Count* (TPC). Hasil dari nilai absorbansi pertumbuhan bakteri dan perhitungan jumlah koloni (TPC) kedua bakteri tersebut kemudian dikonversikan dengan menggunakan rumus regresi linier $y=ax-b$ yang didapat dari nilai kurva standar *Mc.farland* 0,5 sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Jumlah Bakteri Amilolitik dari Hasil Perhitungan dengan Metode Spektrofotometri.

Isolat Bakteri	Jumlah sel bakteri per jam ($\times 10^8$ sel/mL)				
	0	6	12	18	24
TR6	0,312 \pm 0,296	4,801 \pm 0,160	10,248 \pm 0,154	11,687 \pm 0,089	12,047 \pm 0,051
TR11	2,017 \pm 0,219	5,829 \pm 1,789	12,030 \pm 0,030	12,201 \pm 0,154	12,407 \pm 0,089

Tabel 2. Perhitungan Jumlah Sel Bakteri Amilolitik dengan Metode TPC

Kode Bakteri	Jumlah sel bakteri per jam ($\times 10^8$ CFU/mL)				
	0	6	12	18	24
TR6	1,14 \pm 0,015	1,56 \pm 0,031	2,08 \pm 0,126	1,88 \pm 0,127	1,97 \pm 0,205
TR11	1,25 \pm 0,113	1,59 \pm 0,24	2,44 \pm 0,274	2,02 \pm 0,185	1,76 \pm 0,157

Keterangan: TR 6 : *B. paramycoides*; TR11 : *E. cloacae*

Tabel 1 tersebut diketahui bahwa puncak pertumbuhan bakteri amilolitik terjadi pada jam ke 12 yaitu *B. paramycoides* (TR6) mengalami pertumbuhan sel sebanyak 10.238×10^8 sel/mL dan *E. cloacae* (TR11) mengalami pertumbuhan sel sebanyak 12.030×10^8 sel/mL. Fase logaritmik ini disebabkan pembelahan bakteri yang meningkat karena telah beradaptasi dengan lingkungannya serta nutrisi yang terdapat di dalam medium mencukupi bagi bakteri [7]. Menurut [8] fase logaritmik menggambarkan sel membelah diri dengan laju yang konstan, masa menjadi dua kali lipat dengan laju sama dan aktivitas metabolisme konstan. Fase logaritmik menggambarkan sel membelah diri dengan laju yang konstan, masa menjadi dua kali lipat dengan laju sama, aktifitas metabolisme konstan, serta

keadaan pertumbuhan seimbang. Menurut [9] kecepatan pertumbuhan pada fase ini sangat dipengaruhi oleh media tempat tumbuhnya seperti pH dan kandungan nutrisi, juga kondisi lingkungan termasuk suhu serta kelembaban udara.

Tabel 2 diketahui waktu optimal pertumbuhan bakteri amilolitik yang dianalisis dengan metode TPC terjadi pada jam ke 12 yaitu dengan jumlah koloni *B. paramycoides* sebanyak $2,08 \times 10^8$ CFU's/mL dan *E. cloacae* sebanyak $2,44 \times 10^8$ CFU's/mL.

Uji Aktivitas Enzim Amilase

Pengujian enzim amilase dilakukan dengan mengamati zona bening yang terbentuk pada media agar dengan penambahan pati yang telah diinokulasikan oleh bakteri *B. paramycoides* (TR6) dan

E.cloacae (TR11). Dari hasil percobaan tersebut diketahui bahwa bakteri mampu memproduksi enzim amilase dibuktikan dengan adanya zona bening yang terbentuk

oleh bakteri *B. paramycoides* sebesar 9.03 mm dan bakteri *E. cloacae* memiliki zona bening sebesar 10.10 mm atau dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Diameter Zona Bening yang dihasilkan Bakteri Amilolitik (mm)

Kode Isolat	Pengulangan			Rata Rata (mm)
	1	2	3	
<i>B. paramycoides</i> (TR6)	10,30	9,60	7,20	9,03
<i>E. cloacae</i> (TR11)	8,60	11,00	10,70	10,10

Bakteri *B. paramycoides* dan *E.cloacae* dapat dikatakan memiliki daya amilolitik. berdasarkan pernyataan [10] bahwa isolat bakteri yang menghasilkan diameter zona bening dua atau tiga kali diameter koloni merupakan produsen enzim yang potensial. Aktivitas amilase ditentukan berdasarkan zona bening yang terbentuk pada medium yang telah ditambahkan larutan *reagen lugol's iodine*. Bakteri yang memiliki aktivitas enzim amilase ekstraseluler dapat menghidrolisis pati (amilosa dan amilopektin) yang terkandung dalam medium agar sehingga pati yang telah terdegradasi tidak dapat berikatan dengan iodin (I^2) dan

menghasilkan zona bening di sekeliling koloni bakteri. Daerah yang patinya belum terhidrolisis akan berwarna biru ungu dikarenakan adanya ikatan antara pati dengan iodin [11].

Produksi Enzim Amilase Bakteri Amilolitik

Hasil pengukuran produksi enzim kasar amilase oleh isolat bakteri amilolitik dikonversikan menggunakan rumus regresi linear $y=ax+b$ yang didapat dari kurva standar DNS. Hasil konversi dari pengukuran absorbansi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi Enzim Amilase dalam Ekstrak Sel Bakteri (mg/mL)

Isolat Bakteri	Pengukuran Produksi Enzim per jam (mg/ml)				
	0	6	12	18	24
TR6	0,202±0,008	0,260±0,008	0,306±0,019	0,244±0,004	0,230±0,018
Peningkatan Produksi Enzim	-	0,058	0,046	-0,062	-0,014
TR11	0,205±0,005	0,215±0,005	0,243±0,009	0,224±0,022	0,215±0,008
Peningkatan Produksi Enzim	-	0,01	0,028	-0,019	0,009

Berdasarkan penelitian [12] tentang karakterisasi enzim amilase dari bakteri *B.megaterium* pada variasi suhu, pH dan konsentrasi substrat, dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa suhu optimum bakteri *B.megaterium* dalam memproduksi enzim amilase pada suhu 37°C dengan aktivitas amilase sebesar 1,279 U/mL. Karakterisasi enzim yang kedua, dilihat dari pH optimum bakteri dalam memproduksi enzim amilase,

didapatkan hasil bahwa pH optimum bakteri *B. megaterium* dalam memproduksi enzim amilase yakni pada pH 5,0 dengan aktivitas enzim sebesar 1,241 U/mL. Karakterisasi enzim yang ketiga, dilihat dari konsentrasi substrat optimum bakteri dalam memproduksi enzim amilase didapatkan hasil bahwa konsentrasi substrat 1,50% menjadi konsentrasi substrat yang optimum dengan aktivitas enzim amilase sebesar 0,548 U/mL. Enzim amilase yang

dihasilkan oleh bakteri *B. Paramycoides* dan *E. Cloacae* relatif lebih sedikit dikarenakan tidak adanya perlakuan kontrol terhadap pH maupun suhu dan konsentrasi substrat. Selain itu waktu optimal pertumbuhan bakteri juga mempengaruhi jumlah enzim yang dihasilkan.

Enzim amilase yang dihasilkan oleh bakteri *B. paramycoides* dan *E. cloacae* relatif lebih sedikit dikarenakan tidak adanya perlakuan kontrol terhadap pH maupun suhu dan konsentrasi substrat. Pada penelitian oleh [12] pengamatan

aktivitas enzim selama 140 jam sedangkan penelitian ini hanya selama 24 jam karena adanya keterbatasan waktu.

Kemampuan Bakteri Amilolitik dalam Mendegradasi Serasah Mangrove

Hasil dari nilai absorbansi amilum yang didapatkan kemudian dikonversikan menggunakan rumus regresi linear $y = ax + b$ yang didapat dari kurva standar DNS dan hasil dari konversi tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Amilum Terlarut Serasah Mangrove

Kode Bakteri	Dosis Enzim	Ulangan	Kadar Amilum (mg/mL)
TR6	0%	1	1,719
		2	1,603
		3	1,483
		Rata rata	1,602
	50%	1	1,231
		2	1,330
		3	1,208
		Rata rata	1,256
	100%	1	1,062
		2	0,971
		3	1,030
		Rata rata	1,021
TR11	50%	1	1,335
		2	1,272
		3	1,230
		Rata rata	1,279
	100%	1	1,235
		2	1,086
		3	1,244
		Rata rata	1,189

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa kadar amilum yang terdegradasi paling banyak adalah pada perlakuan enzim sebanyak 100% yaitu dengan amilum yang tersisa pada sampel adalah sebesar 1.021 mg/mL (*B. paramycoides*) dan 1.189 mg/mL (*E. cloacae*). Berdasarkan penelitian [13] tentang analisis unsur hara dan kandungan proksimat pada detritus mangrove, mangrove jenis *S. alba* dan *R. apiculata* memiliki kandungan karbohidrat sebanyak masing masing 7,08% dan 6,27%.

Enzim amilase pada bakteri terdiri dari α -amilase, yang berfungsi memutus ikatan glukosil, memproduksi gula yang berukuran kecil dekstrin dengan glukosa dan maltose [14]

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Waktu optimal produksi enzim amilase oleh bakteri amilolitik adalah pada jam ke 12 yaitu sebesar 0.306 mg/mL (*B. paramycoides*) dan 0.243 mg/mL (*E. cloacae*). Bakteri amilolitik dibuktikan

dapat mendegradasi bahan organik dengan cara menghidrolisis amilum yang terdapat dalam serasah mangrove. Kadar amilum yang terdegradasi paling banyak adalah pada perlakuan enzim sebanyak 100% yaitu sebanyak 1.021 mg/mL (*B. paramycoides*) dan 1.189 mg/mL (*E. cloacae*).

Saran

Adapun saran dari penelitian ini yaitu sebaiknya dilakukan pengujian pertumbuhan dan produksi enzim bakteri amilolitik berdasarkan variasi suhu dan pH dan pengujian kemampuan bakteri amilolitik dalam mendegradasi bahan lain, seperti misalnya limbah organik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hastuti, U.S., S.A.N. Febriani dan M.A.A. Putri. (2017). Isolasi dan Identifikasi Spesies Bakteri Amilolitik yang Berasal dari Tanah Mangrove di Margomulyo, Balikpapan, Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional III*.
2. Murtius, W.S. (2016). Aktivitas amilolitik pada Parutan Ubi Kayu (*Manihot utilissima*) yang Diperam dengan Waktu yang Berbeda. *Jurusan Teknologi Pertanian Andalas*, 20(1) : 1410-1920
3. Silitonga, L.R., Nursyirwani, dan I. Effendi. (2020). Isolation, Identification and Sensitivity of Amilolitic Bacteria from Mangrove Ecosystem Sediment in Purnama Marine Station Dumai on the Pathogenic Bacteria. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(3): 257-266
4. Ningsih, D.R., U. Rastuti dan R. Kamaludin. (2012). Karakterisasi Enzim Amilase dari Bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*. *Prosiding Seminar Nasional*. UNSOED. Purwokerto. 39-45.
5. Sukmawati., Ratna dan A. Fahrizal. (2018). Analisis Cemaran Mikroba pada Daging Ayam Broiler di Kota Makassar. *Jurnal Scripta Biologica*, 5(1): 68-71.
6. Julaeha, E., S. Rustiyaty., N. N. Fajri., F. Ramdhan dan R. Tantra. (2016). Pemanfaatan Tepung Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) pada Produksi Amilase Menggunakan *Bacillus Sp*. *E journal Universitas Pendidikan Indonesia*, 1(1).
7. Oktavia, Y., S.D. Lestari., S. Lestari., Herpandi dan M. Jannah. (2018). Optimasi Waktu Inkubasi Produksi Protease dan Amilase Isolat Bakteri Asal Terasi Ikan Teri *Stolephorus sp*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3) : 719-725.
8. Reiny, S.S. (2012). Potensi *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4796 sebagai Biopreservatif Pada Rebusan Daging Ikan Tongkol. *J. IJAS*, 2(2): 604–613.
9. Setyati, W. A., E. Martani., T. Subagiyo dan M. Zainuddin. (2015). Kinetika Pertumbuhan dan Aktivitas Protease Isolat 36k dari Sedimen Ekosistem Mangrove, Karimunjawa, Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 20(3): 163– 169.
10. Ochoa-Solano, J., and J. Olmos-Soto. (2006). The Functional Property of *Bacillus* for Shrimp Feeds. *Food Microbiology*, 23: 519–525.
11. Zahidah, D., dan M. Shovitri. (2013). Isolasi, Karakterisasi dan Potensi Bakteri Aerob Sebagai Pendegradasi Limbah Organik. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 2(1) : 2337-3520
12. Istia'nah, D., U. Utami dan A. Barizi. (2020). Karakterisasi Enzim Amilase dari Bakteri *Bacillus megaterium* pada Variasi Suhu, pH dan Konsentrasi Substrat. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 2(1).
13. Faldin., A. I. Nur dan M. Ramli. (2016). Studi Kualitas Detritus pada Jenis Mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* di Kelurahan Lalowaru, Kecamatan Moramo Utara, Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 2(1): 51-61

14. Andry, M. P. U dan M. Shovitri. (2014). Bakteri Tanah Pendegradasi Bahan Organik Desa Talango Pulau Poteran Sumenep. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3(2).