

Screening and Characterization of Chitinolytic Bacteria from Shrimp Waste

Penapisan dan Karakterisasi Bakteri Kitinolitik dari Limbah Udang

Nikmah Ridha Batubara¹, Dwi Suryanto¹, Erman Munir¹, Rahmiati²(*)

¹Universitas Sumatera Utara, Jl. Bioteknologi, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20222, Indonesia

²Universitas Medan Area, Jl. Kolam No.1, Tj. Rejo, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara 20112, Indonesia

*Corresponding author: amirahmiati0405@gmail.com

Diterima 21 September 2022 dan disetujui 29 Oktober 2022

Abstrak

Udang menghasilkan limbah seperti kulit dan bagian kepala udang. Limbah tersebut mudah busuk dan menimbulkan aroma tidak sedap. Proses degradasi limbah udang berlangsung dengan menghasilkan enzim-enzim pendegradasi oleh bakteri pembusuk. Kandungan kitin pada limbah udang akan merangsang munculnya bakteri penghasil enzim kitinase. Kitin merupakan homopolimer linear yang terdiri dari monomer *N*-asetil-*D*-glukosamin dengan ikatan glikosidik β -(1,4). Kitin diketahui bersifat *biodegradable*, *biocompatible* dan tidak toksik. Hal ini menjadi alasan turunan kitin banyak digunakan dalam bidang industri dan biomedik. Oleh karena itu kitin dan turunannya memiliki nilai ekonomi yang besar. Penelitian dilaksanakan secara deskriptif kuantitatif di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Sumatera Utara. Diperoleh sebanyak 10 isolat bakteri kitinolitik asal limbah udang dengan karakteristik morfologi yang bervariasi. Kesepuluh isolat bakteri tersebut adalah NR02, NR03, NR04, NR05, NR06, NR07, NR08, NR09, NR10, NR11 dan PU01. Nilai indeks kitinolitik IK > 2 dihasilkan oleh 4 isolat bakteri yaitu; NR02, NR07, NR09 dan PU01. Nilai IK terendah dihasilkan oleh NR08 dengan nilai 0,01. Bakteri kitinolitik yang diperoleh memiliki karakter yang berbeda-beda dan sangat besar kemungkinan mereka berasal dari jenis yang berbeda pula.

Kata Kunci: Bakteri, Kitin, Kitinolitik, Limbah Udang

Abstract

Shrimp produce waste such as shrimp shells and heads. The waste is perishable and gives off an unpleasant odor. Shrimp waste degradation process takes place by producing degrading enzymes by spoilage bacteria. The content of chitin in shrimp waste will stimulate the emergence of chitinase enzyme-producing bacteria. Chitin is a linear homopolymer consisting of *N*-acetyl-*D*-glucosamine monomer with β -(1,4) glycosidic bonds. Chitin is known to be biodegradable, biocompatible and non-toxic. This is the reason chitin derivatives are widely used in the industrial and biomedical fields. Therefore, chitin and its derivatives have great economic value. The research was carried out in a quantitative descriptive manner at the Microbiology Laboratory, University of North Sumatra. There were 10 isolates of chitinolytic bacteria from shrimp waste with varying morphological characteristics. The ten bacterial isolates were NR02, NR03, NR04, NR05, NR06, NR07, NR08, NR09, NR10, NR11 and PU01. Chitinolytic index CI value > 2 was produced by 4 bacterial isolates, namely; NR02, NR07, NR09 and PU01. The lowest IK value was generated by NR08 with a value of 0.01. The chitinolytic bacteria obtained have different characters and it is very likely that they come from different types

Keywords: Bacteria, Chitin, Chitinolytic, Shrimps waste.



Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus is Licensed Under a CC BY SA Creative Commons Attribution-Share a like 4.0 International License. doi <https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i3.3251>

PENDAHULUAN

Udang menjadi komoditas andalan dalam industri perikanan. Hal tersebut mendorong Indonesia menjadi salah satu negara produsen udang. Kementerian Kelautan dan Perikanan (2020) menyatakan bahwa, pada tahun 2020 nilai produksi budidaya udang di Indonesia mencapai Rp54,95 miliar dengan volume 880.638 ton. Berdasarkan data tersebut, produksi budidaya udang naik 3,02% dari tahun sebelumnya. Dari segi volume, produksi budidaya udang pada tahun 2020 mengalami pertumbuhan 2,35% jika dibandingkan tahun 2019.

Dalam proses pengolahan atau ekspor udang, akan dihasilkan limbah seperti kulit, kaki, ekor dan kepala udang. Persentase limbah yang dihasilkan sebesar 60% – 70% dari total massa udang tersebut. Limbah yang dihasilkan gampang membusuk (Azhar *et al.*, 2010). Hal ini terjadi karena limbah udang mengandung senyawa organik seperti protein, lemak, kalsium karbonat, kitin, pigmen, abu dan lainnya (Rinaudo, 2012). Jika tidak dimanfaatkan senyawa organik tersebut akan terbuang sia – sia.

Kelompok *crustacea* merupakan penghasil kitin terbesar dibandingkan dengan beberapa organisme penghasil kitin lainnya, misalnya serangga, nematoda, jamur dan tumbuhan (Soeka & Triana, 2016). Monomer kitin akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme seperti bakteri sebagai sumber nutrisi. Monomer kitin diketahui kaya akan sumber karbon dan nitrogen (Donderski & Brzezinska, 2003). Oleh sebab itu, banyaknya limbah udang yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan mikroorganisme pendegradasi limbah tersebut.

Bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang mampu mendegradasi limbah udang dengan menghasilkan enzim kitinase. Bakteri tersebut dikenal dengan sebutan bakteri kitinolitik. Bakteri kitinolitik dapat diisolasi dari berbagai sumber, antara lain rizosfer, filosfer, tanah atau dari lingkungan perairan. Laut, danau, kolam dan tambak udang diketahui potensial digunakan sebagai sumber isolat (Ilmi, 2007; Suryanto, 2011; Asril, 2011; Dewi, 2011; Fauziah & Herdyastuti, 2013).

Selain bakteri, kelompok aktinomisetes dan jamur juga diketahui mampu mendegradasi kitin dan digunakan sebagai sumber nutrisinya. Bakteri yang mampu menghasilkan kitinase yaitu genus *Bacillus* (*B. pumilus*, *B. firmus*, *B. cereus*) *Streptomyces hygroscopicus*, *Streptomyces griseus*, *Serattia marcescens*, *Vibrio* spp., *Flavobacterium* sp. *Alcaligenes denitrificans*, *Actinomycetes*, *Pseudomonas stutzeri*, *Escherechia coli* dan genus *Sanguibacter* (Ilmi, 2007; Herdyastuti *et al.*, 2009; Muharni & Widjajanti, 2011; Priya *et al.*, 2011; Dwi *et al.*, 2011).

Kitin merupakan senyawa polisakarida yang terdiri dari ikatan dengan rumus molekul linear β -1,4 *N*-asetil-*D*-glukosamina. Kitin dapat diproduksi secara kimiawi dan enzimatis. Produksi kitin secara kimiawi dilakukan melalui proses hidrolisis menggunakan asam pekat seperti HCl. Proses tersebut kurang ramah lingkungan dan produk kitin yang dihasilkan sedikit (10 – 60%). Metode sintesis kitin secara enzimatis

menggunakan enzim kitinase diketahui lebih ramah lingkungan dan produk yang dihasilkan juga lebih besar (Soeka & Triana, 2016).

Kitin termasuk salah satu polimer yang memiliki kelimpahan besar di alam. Mikroorganisme penghasil kitin khususnya bakteri belum banyak dieksplorasi, baik dari segi jumlah, kelimpahan dan fungsi enzim yang dihasilkannya. Mikrob kitinolitik menarik untuk diteliti dan diisolasi karena kemampuannya menghidrolisis kitin menjadi kitosan yang memiliki banyak manfaat, antara lain pada bidang kesehatan, industri, bioteknologi dan agen biokontrol. Hal tersebut menjadi faktor utama dalam penelitian ini.

METODE

Penelitian dilaksanakan dengan metode deskriptif di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA USU. Prosedur penelitian dilaksanakan secara *in vitro* dengan beberapa tahapan penelitian yaitu isolasi bakteri kitinolitik, karakterisasi morfologi bakteri kitinolitik, pengukuran indeks kitinolitik, uji kualitatif enzim glukonase dan uji aktivitas enzim protease kualitatif.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain botol sampel, cawan Petri, tabung reaksi, ose, spatula, hockey stick, pipet serologi, pro pipet, autoklaf, inkubator, jangka sorong, pH meter, vortex, mikroskop *Carl Zeiss Micro-Imaging GmbH* 37081 Germany. Sampel terdiri atas tiga sumber, yaitu limbah udang segar yang berasal dari pabrik pengolahan udang, limbah udang yang dibiarkan selama 3 hari dan tanah bekas pembuangan limbah udang, media garam minimum kitin (MGMK), *nutrien broth* (NB), *nutrien agar* (NA), media CMC, media oat, alkohol 70% dan akuades.

Isolasi Bakteri Kitinolitik dari Sampel

Sebanyak satu gram sampel diinokulasikan ke dalam 10 ml media NB. Kemudian diinkubasi pada suhu 29° C selama 24 jam. Suspensi bakteri sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam 10 ml akuades steril dan dilakukan pengenceran bertingkat sampai 10⁻³. Suspensi diinokulasikan pada media NA dan diinkubasi pada suhu 29°C. Kultur yang tumbuh dikarakterisasi dan ditumbuhkan pada media MGMK. Isolat yang membentuk zona bening pada media MGMK diambil untuk dimurnikan. Zona bening menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu menghasilkan kitinase.

Pengukuran Indeks Kitinolitik

Pengukuran indeks kitinolitik dilakukan dengan cara menginokulasi 1 ml suspensi bakteri dengan kerapatan 10⁸ sel. Kemudian cakram yang sudah berisi suspensi bakteri diinokulasikan ke bagian tengah media MGMK. Biakan diinkubasi selama 7 hari pada suhu 29° C. Diameter zona bening yang terbentuk diukur dengan menggunakan jangka sorong. Indeks kitinolitik diperoleh dengan menghitung selisih diameter zona bening di sekitar koloni dengan diameter koloni kemudian dibagi dengan diameter koloni.

Uji Kualitatif Enzim Glukanase

Uji kualitatif enzim glukanase diukur dengan cara menginokulasikan 1 ose biakan bakteri ke media CMC dan media oat. Biakan diinkubasi selama 5 hari pada suhu 29° C. Untuk media CMC, setelah 5 hari inkubasi, biakan ditetaskan congo red sampai memenuhi seluruh permukaan media. Biakan dibiarkan selama 30 menit dan dibilas dengan akuades. Diukur diameter zona bening yang terbentuk dengan menggunakan jangka sorong.

HASIL DAN PEMBAHASAN

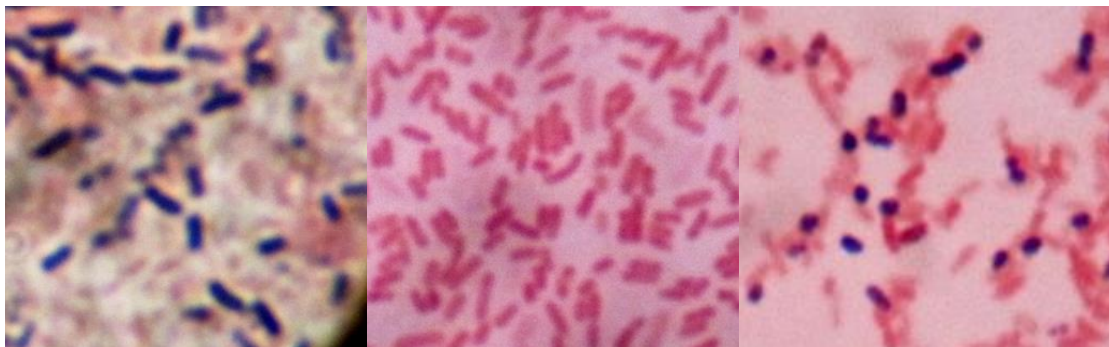
Hasil Isolat Bakteri Kitinolitik

Isolat bakteri kitinolitik dari limbah udang diperoleh dengan melakukan metode cawan sebar menggunakan media *nutrient agar* (NA). Dari hasil isolasi diperoleh 55 isolat bakteri. 10 isolat diantaranya merupakan bakteri kitinolitik potensial. Detail karakterisasi dan morfologi bakteri kitinolitik diinformasikan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Morfologi Isolat Bakteri Kitinolitik

Kode Isolat	Morfologi Koloni Bakteri			
	Bentuk	Tepi	Elevasi	Warna
NR 02	<i>Irregular</i>	Rata	Rata	Krem
NR 03	<i>Irregular</i>	Rata	Rata	Krem bening
NR 04	<i>Irregular</i>	Rata	Rata	Krem
NR 05	<i>Circular</i>	Rata	Menonjol	Krem pekat
NR 06	<i>Circular</i>	Rata	Menonjol	Krem
NR 07	<i>Circular</i>	Rata	Berbukit	Krem bening
NR 08	<i>Circular</i>	Rata	Cembung	Krem
NR 09	<i>Irregular</i>	Rata	Berkawah	Krem bening
NR 11	<i>Irregular</i>	Rata	Berbukit	Putih kekuningan Tepi krem bening
PU 01	<i>Circular</i>	Rata	Cembung	Kuning

Berdasarkan karakterisasi morfologi diperoleh 2 bakteri berbentuk batang Gram positif, 2 bakteri berbentuk batang Gram negatif, 3 bakteri berbentuk bulat Gram positif dan 3 bakteri berbentuk bulat Gram negatif (lihat gambar 1.).

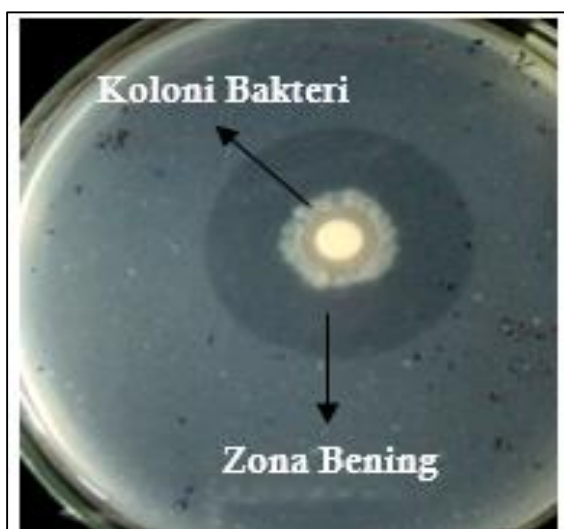


Gambar 1. Pewarnaan Gram bakteri kitinolitik (a) isolat NR02; (b) isolat NR09 dan (c) isolat NR04 dengan perbesaran 100x

Tabel 2. Karakteristik Fisiologis Isolat Bakteri Kitinolitik

Isolat	Motilitas	TSIA	Sitrat	Gelatin	Gram	Bentuk bakteri
NR 02	Pedang	+	+	+	+	Batang
NR 03	Pedang	+	+	+	+	Batang
NR 04	Pedang	+	+	+	+	Bulat
NR 05	Titik	+	+	+	-	Bulat
NR 06	Titik	+	+	+	-	Bulat
NR 07	Pedang	-	+	-	-	Batang
NR 08	Pedang	+	+	+	-	Bulat
NR 09	Pedang	+	+	+	-	Batang
NR 11	Menghasilkan sulfur	+	+	+	+	Bulat
PU 01	Jonjot + menghasilkan sulfur	+	+	-	+	Bulat

Uji aktivitas enzim kitinase kualitatif dilakukan pada media MGMK. Pada media yang mengandung kitin, bakteri kitinolitik akan menghasilkan zona bening di sekitar koloni seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembentukan zona bening di sekitar koloni bakteri kitinolitik setelah inkubasi selama 7 hari pada MGMK dengan suhu 29°C

Semakin besar kemampuan bakteri kitinolitik dalam mendegradasi kitin, maka zona bening yang dihasilkan akan semakin besar. Protease merupakan enzim yang mampu memecah ikatan peptida pada protein. Isolat bakteri kitinolitik juga diketahui mampu menghasilkan enzim protease. Hal ini dibuktikan dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri pada media uji. Indeks kitinolitik dan proteolitik 10 isolat bakteri kitinolitik dapat dilihat pada tabel 3.

Uji kualitatif kemampuan isolat bakteri kitinolitik menghasilkan enzim glukukanase dilakukan dengan menggunakan media *Carboxymethyl Cellulase* (CMC) dan media oat. Hasil uji aktivitas enzim glukukanase kualitatif 10 isolat bakteri potensial dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Indeks kitinolitik 10 isolat bakteri potensial pada MGMK

Kode Isolat	Indeks Kitinolitik	Indeks Proteolitik
NR 02	2,67	0,55
NR 03	1,75	1,09
NR 04	0,06	0,27
NR 05	0,78	0,26
NR 06	1,42	0,13
NR 07	2,90	1,46
NR 08	0,01	0,25
NR 09	2,16	0,32
NR 11	0,07	0,38
PU 01	2,90	0,00

Tabel 4. Diameter zona bening 10 isolat bakteri potensial pada media CMC dan Oat

Kode Isolat	Zona Bening (mm)*	Zona Bening (mm)**
NR 02	23,0	5,12
NR 03	38,0	6,75
NR 04	7,0	2,15
NR 05	15,0	10,0
NR 06	0,0	11,5
NR 07	19,0	15,0
NR 08	38,0	6,0
NR 09	43,0	20,0
NR 11	39,0	4,2
PU 01	7,0	4,05

Keterangan: * (Media Oat); ** (Media CMC)

Pembahasan

Bakteri kitinolitik potensial yang diperoleh memiliki karakter yang bervariasi. Kandungan senyawa organik yang tinggi pada limbah udang, menjadikan limbah tersebut sebagai habitat mikroorganisme yang memanfaatkannya sebagai sumber nutrisi. Bakteri akan menghasilkan enzim untuk memecah senyawa yang kompleks agar lebih mudah diserap oleh selnya.

Sepuluh isolat bakteri kitinolitik yang diperoleh memiliki bentuk koloni circular dan irregular, dengan tepian koloni flat (rata). Karakteristik makroskopis isolat yang diperoleh menjadi landasan untuk melakukan identifikasi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Setia & Suharjono (2015) yang menyatakan bahwa terdapat 18 isolat bakteri kitinolitik dari limbah udang dengan karakteristik yang bervariasi. Dua isolat bakteri kitinolitik unggul memiliki karakter koloni berbeda. Isolat PBK 2 berbentuk *coccibacil* dan Gram negatif, sedangkan isolat SA 1.2 memiliki sel yang berbentuk batang dan Gram positif.

Fitri & Yasmin (2011) menyatakan bahwa beberapa spesies bakteri yang mampu menghasilkan enzim kitinase antara lain *Bacillus papandayan*, *Bacillus thuringiensis*, *Vibrio*

harveyi dan *Aeromonas* sp. Menurut Rostinawati (2008) enzim kitinase yang diproduksi oleh bakteri kitinolitik dari perairan berperan dalam proses penguraian kitin yang berasal dari cangkang udang, kepiting, cumi-cumi dan organisme perairan lainnya. Karakteristik dari bakteri kitinolitik dapat diketahui dengan melakukan pengamatan morfologi sehingga akan memudahkan proses identifikasi jenis bakteri kitinolitik tersebut.

Dari Tabel 3. dapat dilihat nilai indeks kitinolitik $IK > 2$ dihasilkan oleh 4 isolat bakteri yaitu; NR02, NR07, NR09 dan PU01. Nilai IK terendah dihasilkan oleh NR08 dengan nilai 0,01. Bakteri kitinolitik yang diperoleh memiliki karakter yang berbeda-beda dan sangat besar kemungkinan mereka berasal dari jenis yang berbeda pula. Setiap bakteri memiliki kemampuan yang berbeda dalam memanfaatkan nutrisi yang ada. Bahkan bakteri yang berasal dari spesies yang sama pun belum tentu memiliki kemampuan yang sama apabila diisolasi dari tempat yang berbeda. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Chandler *et al.*, (2011) yang mendapatkan perbedaan aktivitas dan produksi kitinase oleh spesies *Fransilla* yang berasal dari wilayah yang berbeda dan subspecies yang berbeda pula. Dua belas isolat yang digunakannya semuanya memiliki perbedaan dalam aktivitas dan produksi kitinase. Gen penyandi kitinase yang terdapat pada bakteri-bakteri tersebut juga berbeda, yaitu *chiA*, *chiB*, *chiC* dan *chiD*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari semua bakteri kitinolitik asal limbah udang mampu mendegradasi protein kecuali isolat PU01. Indeks proteolitik tertinggi ditunjukkan oleh bakteri NR07 dengan nilai sebesar 1,46. Tingginya kandungan protein pada limbah udang mengakibatkan banyak pula bakteri proteolitik yang dapat hidup. Protease merupakan enzim yang berperan dalam pemutusan ikatan peptida pada protein. Dewasa ini, pemanfaatan protease semakin luas, tidak hanya berperan dalam proses metabolisme sel. Protease juga dimanfaatkan dalam industri. Protease merupakan enzim skala industri dengan tingkat penjualan hingga 60% dari total penjualan enzim di dunia. Penggunaan enzim protease antara lain pada industri produksi detergen, penyamakan kulit dan bahan tambahan pangan (Sembiring *et al.*, 2021).

Diameter zona bening tertinggi pada media oat dan CMC ditunjukkan oleh isolat NR09 masing-masing sebesar 43 mm dan 20 mm. Diameter terendah pada media oat ditunjukkan oleh isolat NR06 dan pada media CMC oleh isolat NR04. Hal ini menunjukkan bahwa NR09 mampu memecah polimer karbohidrat yang terdapat pada media, yaitu selulosa dan glukon. Isolat NR09 menghasilkan enzim glukonase untuk memecah selulosa menjadi monomer sehingga dapat dimanfaatkan sebagai nutrisinya.

Media *carboxymethyl cellulose* (CMC) yang memiliki ikatan selulosa dapat larut (*amorf*), akan mendorong pertumbuhan koloni lebih cepat. Hal ini terjadi karena koloni bakteri akan menghasilkan lebih banyak enzim *ekso- β -1,4-glukanase* dibandingkan *endo- β -1,4-glukanase*. Jumlah enzim *ekso- β -1,4-glukanase* yang dihasilkan akan mempengaruhi kecepatan hidrolisis selulosa. Hal ini terjadi karena, enzim *ekso- β -1,4-glukanase* mengkatalis produksi selobiosa, yang akan dihidrolisis menjadi glukosa. Selulosa yang terdapat pada media ini akan menginduksi terbentuknya enzim selulase. Selulase merupakan enzim ekstraseluler yang terdiri atas kompleks *endo- β -1,4-glukanase*, kompleks *- β -1,4-glukanase* dan selobiase. Tidak ditemukannya aktivitas enzim selulase pada beberapa isolat bakteri, diasumsikan karena kecilnya aktivitas enzim *ekso-1,4- β -glukanase* pada isolat tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar zona bening yang

terbentuk pada media uji semakin banyak enzim glukukanase yang dihasilkan oleh bakteri tersebut (Meryandini *et al.*, 2009).

Oat mengandung 1,8-7,9% β -glukan yang sangat memungkinkan untuk menginduksi gen penyandi glukukanase bakteri ketika ditumbuhkan pada media yang mengandung β -glukan. Penelitian yang telah dilakukan oleh Celestino *et al.*, (2006) menggunakan 1,3- β -1,4 glukan yang diambil dari Barley untuk menguji aktivitas enzim 1,3-1,4- β -glukanase. Dari beberapa sumber karbon yang digunakannya hanya β -glukan dari Barley yang mampu dihirolisis oleh enzim β -glukanase dari *Rhizopus microsporus*.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah diperoleh 10 isolat bakteri kitinolitik penghasil enzim kitinase dari limbah udang. Nilai indeks kitinolitik terbesar ditunjukkan oleh isolat NR07 dan PU01 sebesar 2,90. Nilai indeks proteolitik terbesar ditunjukkan oleh isolate NR07 sebesar 1,46.

DAFTAR PUSTAKA

- Asril, M. (2011). Kemampuan Bakteri Tanah dalam Menghambat Pertumbuhan *Ganoderma boninense* dan *Fusarium oxysporum* secara *In Vitro* dan Uji Penghambatan Penyakit Layu *Fusarium* pada Benih Cabai Merah. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Azhar, M., Efendi, J., Sofyeni, E., Lesi, R. F., & Novalina, S. (2010). Pengaruh konsentrasi NaOH dan KOH terhadap derajat deasetilasi kitin dari limbah kulit udang. *Eksakta*, 1(11), 1 – 8.
- Chandler, J. C., Molins, C. R., Petersen, J. M., & Belisle, J. T. (2011). Differential chitinase activity and production within *Francisella* species, subspecies, and subpopulations. *Journal of bacteriology*, 193(13), 3265-3275.
- Celestino, K. R. S., Cunha, R. B., & Felix, C. R. (2006). Characterization of a β -glukanase produced by *Rhizopus microsporus* var. *microsporus*, and its potential for application in the brewing industry. *BMC biochemistry*, 7(1), 1-9.
- Dewi, R. R. (2011). Pengendalian *Saprolegnia* sp. pada Telur Gurami (*Osphronemus gouramy*) Menggunakan Isolat Bakteri Kitinolitik. *Tesis*. Universitas Sumatera Utara. 88 halaman.
- Donderski, W., & Brzezinska, M. S. (2003). The utilization of N-acetyloglucosamine and chitin as sources of carbon and nitrogen by planktonic and benthic bacteria in Lake Jeziorak. *Polish Journal of Environmental Studies*, 12(6), 685-692.
- Fauziah & Herdyastuti, N. (2013). Uji Aktivitas Bakteri Kitinolitik dari Tambak Udang di Lamongan dan Sidoarjo. *Journal of Chemistry*, 2(1), 36-39.

- Fitri, L., & Yasmin, Y. (2011). Isolasi dan pengamatan morfologi koloni bakteri kitinolitik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 3(2), 20-25.
- Herdyastuti, N., Raharjo, T. J., Mudasir, M., & Matsjeh, S. (2009). Chitinase and chitinolytic microorganism: Isolation, characterization and potential. *Indonesian Journal of Chemistry*, 9(1), 37-47.
- Ilmi, M., (2007). Isolasi dan Karakterisasi Enzim Kitinolitik dari Bakteri Asal Limbah Pengolahan Udang. *Tesis*. Universitas Indonesia. 75 halaman
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2020. Statistik Impor Hasil Perikanan 2011 (*Import Statistics of Fishery Products 2020*).
- Rinaudo, M. (2012). Physical properties of chitosan and derivatives in sol and gel states. *Chitosan-based systems for biopharmaceuticals: delivery, targeting and polymer therapeutics*, Wiley Library, 23-44. <https://doi.org/10.1002/9781119962977.ch2>
- Meryandini, A., Widosari, W., Maranatha, B., Sunarti, T. C., Rachmania, N., & Satria, H. (2010). Isolasi bakteri selulolitik dan karakterisasi enzimnya. *Makara Journal of Science*, 12(2), 88-92.
- Muharni, M., & Widjajanti, H. (2011). Skrining bakteri kitinolitik antagonis terhadap pertumbuhan jamur akar putih (*Rigidoporus lignosus*) dari rizosfir tanaman karet. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(1), 112-119.
- Priya, C. S., Jagannathan, N., & Kalaichelvan, P. T. (2011). Production of chitinase by *Streptomyces hygrosopicus* VMCH2 by optimisation of cultural conditions. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2(2), 56-63.
- Rostinawati, T. (2008). Skrining dan identifikasi bakteri penghasil enzim kitinase dari air laut di perairan Pantai Pondok Bali. *Penelitian Mandiri*, 7(3), 22-25.
- Sembiring, S. C., Warouw, V., Wullur, S., Bara, R. A., Salaki, M. S., & Ginting, E. L. (2021). Isolation and Screening the Symbiont Bacteria of the Sponge *Dragnacidon* sp from Manado Bay, North Sulawesi that Producing Chitinase and Protease. *Jurnal Ilmiah Platax*, 9(1), 123-131.
- Setia, I. N., & Suharjono, S. (2015). Diversitas dan Uji Potensi Bakteri Kitinolitik dari Limbah Udang. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 3(2), 95-98.
- Soeka, Y. S., & Triana, E. (2016). Pemanfaatan limbah kulit udang untuk menghasilkan enzim kitinase dari *Streptomyces macrosporeus* InaCC A454. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 18(01), 91-101.
- Suryanto, D., Irawati, N., & Munir, E. (2011). Isolation and characterization of chitinolytic bacteria and their potential to inhibit plant pathogenic fungi. *Microbiology Indonesia*, 5(3), 8-18.
- Dwi, S., Rizky, H. W., Edy, B. M. S., & Erman, M. (2012). A possibility of chitinolytic bacteria utilization to control basal stems disease caused by *Ganoderma*

boninense in oil palm seedling. *African Journal of Microbiology Research*, 6(9), 2053-2059.

How To Cite This Article, with *APA style* :

Batubara, NR., Suryanto, D., Munir E., & Rahmiati. (2022). Screening and Characterization of Chitinolytic Bacteria from Shrimp Waste. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(3), 744-753. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i3.3251>