

Karakteristik Bakteri Pendegradasi Bahan Pangan Asal Saluran Pencernaan Kecoa Amerika (*Periplaneta americana*) dari Pasar Tradisional

Dwiana Muflihah Yulianti^{1*}, Arif Rahman Hikam¹, Trisnowati Budi Ambarningrum¹, Taruna Dwi Satwika¹, Dyah Fitri Kusharyati¹, Hilmiyah Al'alawiyah¹

¹ Program Studi Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

*Corresponding author: dwiana.muflihah.y@unsoed.ac.id

ABSTRACT

American cockroach (*Periplaneta americana*) is one of the most common pests found in houses, apartments, and public facilities such as markets. As vector insects, cockroaches have symbiosis with microorganisms. Some of these microorganisms can live in cockroaches' cuticles and digestive tracts. Besides being able to pose a danger to human health, the microbes in cockroach bodies also have the potential to cause food damage. This study aimed to determine the diversity of microorganisms originating from the digestive tract of the American cockroach and their potential to cause food spoilage. The research was conducted in several stages: sampling cockroaches at a traditional market, isolating bacteria from the digestive tract of cockroaches, qualitatively testing amylolytic, proteolytic, and lipolytic potentials, and characterizing bacterial isolate by morphologically and biochemically character. The results showed that there were 26 isolates of bacteria isolated from the digestive tract of American cockroaches from the market, 62.96% of the isolates were found to have the ability to degrade protein, 37.04% of the isolates had the ability to degrade starch, and 40.74% of the total isolates can degrade fat. These isolates had various morphological and biochemical characteristics. Bacterial isolates derived from American cockroaches from traditional markets have the potential to degrade food.

Keywords: Amilolytic Bacteria, Proteolytic Bacteria, Lipolytic Bacteria, American Cockroach, *Periplaneta americana*

ABSTRAK

Kecoa amerika (*Periplaneta americana* L.) adalah salah satu hama yang paling sering yang ditemukan di rumah, apartemen, dan fasilitas umum seperti pasar. Sebagai serangga vektor, kecoa memiliki simbiosis dengan mikroorganisme. Beberapa mikroorganisme ini bisa hidup di kutikula maupun di saluran pencernaan kecoa. Selain dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia, mikroba pada tubuh kecoa juga berpotensi dapat menimbulkan kerusakan bahan pangan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman mikroorganisme yang berasal dari saluran pencernaan kecoa amerika dan potensinya dalam menyebabkan kerusakan bahan pangan. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu Pengambilan sampel kecoa di pasar tradisional, Isolasi bakteri dari saluran pencernaan kecoa, Uji potensi enzimatis amilolitik, proteolitik dan lipolitik secara kualitatif, dan karakterisasi isolat yang memiliki potensi dengan melihat karakter morfologi dan biokimiawi. Dari hasil penelitian menunjukkan terdapat 26 isolat bakteri yang diisolasi dari saluran pencernaan kecoa amerika asal pasar, sebanyak 62,96% dari isolat yang ditemukan memiliki kemampuan mendegradasi protein, 37,04% dari isolat memiliki kemampuan mendegradasi amilum dan 40,74% dari total isolat memiliki kemampuan mendegradasi lemak. Isolat-isolat tersebut memiliki karakteristik morfologi dan biokimia yang beragam. Isolat-isolat bakteri yang berasal dari kecoa amerika asal pasar tradisional memiliki potensi mendegradasi bahan pangan.

Kata Kunci: Bakteri Amilolitik, Bakteri Proteolitik, Bakteri Lipolitik, Kecoa Amerika, *Periplaneta americana*

PENDAHULUAN

Kecoa adalah salah satu hama yang paling sering yang ditemukan di rumah, apartemen, dan fasilitas umum seperti pasar. Kecoa amerika (*Periplaneta americana* L.), merupakan salah satu jenis kecoa yang sering ditemukan di lingkungan (Amalia dan Harahap, 2010). Kecoa *P. americana* memiliki karakter dengan panjang tubuh sekitar 3,81 cm, berwarna coklat kemerahan, memiliki tanda di dada, dan memiliki sayap sempurna. (Ramsay dan Thomasson, 2009).

Sebagai serangga vektor, kecoa memiliki simbiosis dengan mikroorganisme. Beberapa mikroorganisme ini bisa hidup di kutikula maupun di saluran pencernaan kecoa (Mpucane et al, 2006). Kundera et al (2020) mengidentifikasi bakteri berasal Kecoa di daerah pemukiman, dan diperoleh bakteri *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella arizonae*, dan *Proteus mirabilis*.

Kecoa dikenal sebagai serangga yang jorok karena memiliki kebiasaan perilaku memuntahkan makanan yang sudah masuk ke dalam saluran pencernannya (Sucipto, 2011). Perilaku tersebut dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan dikarenakan tercemarnya bahan pangan oleh mikroorganisme dari saluran pencernaan kecoa yang dapat mendegradasi senyawa penyusun bahan pangan.

Kerusakan bahan pangan akibat mikroorganisme sangat merugikan dan dapat <http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/biotropic>

menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia, karena mengandung racun yang diproduksinya. Bahan yang telah rusak oleh mikroba dapat menjadi sumber kontaminasi yang berbahaya bagi bahan lain yang masih segar (Arini, 2017)

Keberadaan kecoa di pasar menjadi salah satu permasalahan yang harus diselesaikan, karena kecoa dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan dan menjadi vektor penyakit bagi manusia. Penelitian-penelitian tentang bakteri di tubuh kecoa selama ini berkisar pada bakteri patogen yang menyebabkan penyakit pada manusia, sedangkan informasi mengenai mikroorganisme penyebab degradasi bahan pangan asal kecoa belum banyak dilaporkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman mikroorganisme yang berasal dari saluran pencernaan kecoa *P. americana* yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi bahan pangan.

METODE

Pengambilan Sampel Kecoa

Pengambilan sampel kecoa dilakukan dengan metode jar trap menggunakan botol plastik yang diletakkan di beberapa titik di salah satu pasar tradisional purwokerto. Sampel kecoa yang berhasil ditangkap diambil dari wadah penyimpanan sementara, kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik bening. Sampel kecoa dimatikan dengan cara dibekukan di bawah suhu 0° C di

dalam freezer selama 5- 10 menit (Moges et al, 2016; Menasria, et al, 2014).

Isolasi Bakteri Asal Saluran Pencernaan Kecoa

Isolasi bakteri asal saluran pencernaan kecoa diawali dengan tahapan sterilisasi permukaan tubuh kecoa. Pada tahapan ini tubuh kecoa yang dimasukkan ke dalam larutan alkohol 70% dan digojok dengan kuat selama 5 menit. Selanjutnya sampel kecoa dibilas menggunakan akuades steril. Sampel kecoa kemudian dibedah secara aseptis dan diambil bagian saluran pencernaannya. Saluran pencernaan tersebut dimaserasi dan diambil sebanyak 1 gram, kemudian dimasukkan ke dalam 9 ml larutan garam fisiologis.

Suspensi sampel yang dihasilkan kemudian diencerkan secara bertingkat menggunakan akuades steril. Selanjutnya sebanyak sebanyak 1 ml suspensi sampel diambil dari pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} , dan 10^{-6} , kemudian diinokulasikan secara duplo menggunakan metode pour plate pada media Nutrient Agar (NA) (Oxoid) di cawan petri steril. Inkubasi media NA dilakukan selama 48 jam pada suhu ruangan. Koloni bakteri yang menunjukkan karakter morfologi berbeda dimurnikan dengan metode gores kuadran.

Uji Potensi Isolat Bakteri Pendegradasi Bahan Pangan Secara Kualitatif

Uji Amilolitik

Isolat Bakteri diinokulasi pada medium Starch Agar (SA) (*Beef extract* 3 gram; Pepton <http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/biotropic>

10 gram, Starch 0,002%; agar 20 gram) dengan metode streak. Media SA diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Kemudian cawan berisi isolat bakteri ditetesi dengan lugol's iodine secukupnya sehingga seluruh permukaan media tertutupi. Interpretasi positif yaitu terdapat zona jernih di sekitar koloni yang menunjukkan adanya hidrolisis zat pati, sedangkan hasil negatif di sekitar koloni berwarna biru kehitaman.

Uji Proteolitik

Isolat Bakteri diinokulasi pada medium Skim Milk Agar (SMA) (Glukosa 1 gram; yeast extract 2,5 gram; Skim milk 0,01%; Agar 20 gram) dengan metode streak. Selanjutnya diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Interpretasi positif yaitu terdapat zona jernih di sekitar koloni yang menunjukkan adanya hidrolisis protein, sedangkan hasil negatif di sekitar koloni tidak terdapat zona jernih.

Uji Lipolitik

Isolat bakteri diinokulasi pada Medium Mineral + Lemak ($MgSO_4$ 0,2 gram, KNO_3 0,75 gram, K_2HPO_4 0,5 gram, $FeSO_4$ 0,02 gram, $CaCl_2$ 0,02 gram, Agar 20 gram, Gum Arab 9 gram, Olive Oil 10 gram, neutral red 0,1 gram) dengan metode streak. Selanjutnya media diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang. Interpretasi positif yaitu adanya zona bening disekitar koloni.

Karakterisasi Isolat Bakteri Asal Saluran Pencernaan Kecoa

Isolat yang memiliki potensi sebagai pendegradasi bahan pangan dikarakterisasi

secara makroskopis dan mikroskopis. Isolat bakteri murni ditumbuhkan pada media NA dan diamati karakter fenotipiknya, meliputi karakter warna koloni, bentuk koloni, tepi koloni, elevasi koloni dan karakteristik optik. Isolat juga dikarakterisasi secara mikroskopis untuk melihat karakter bentuk sel dan jenis gram menggunakan teknik pewarnaan Gram.

Uji Katalase

Sebanyak 1 ose isolat bakteri diulaskan di atas object glass menggunakan jarum ose. Reagen H₂O₂ kemudian diteteskan di atas ulasan isolat bakteri. Interpretasi positif ditandai dengan tidak adanya gelembung gas di atas ulasan isolat.

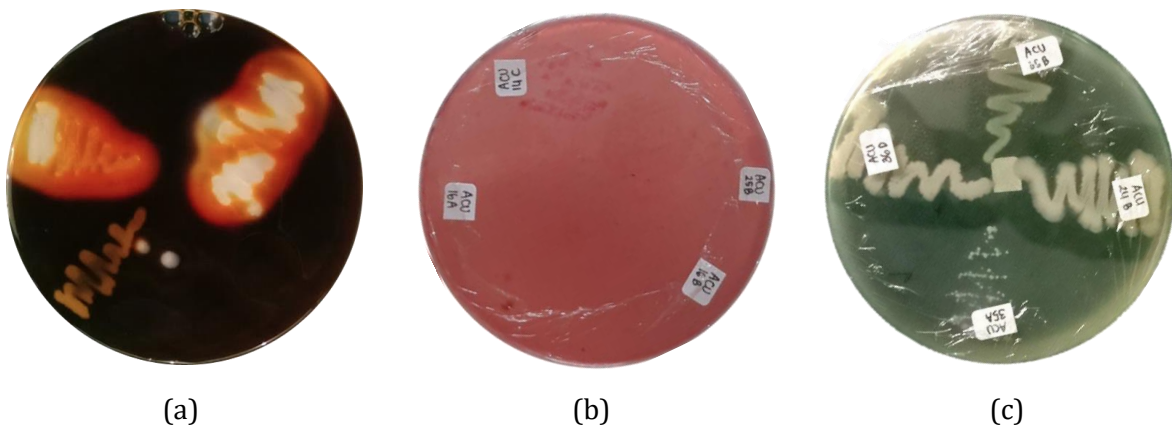
Uji Oksidase

Isolat bakteri diambil sebanyak 1 ose dan diulaskan pada kertas saring. Kertas saring ditetesi dengan 1-2 tetes reagen (tetramethyl-Dphenylenediamine dihydrochloride). Interpretasi positif ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi biru marun pada ulasan bakteri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 26 isolat bakteri berhasil diisolasi dari saluran kecoa *P. americana* asal pasar tradisional di purwokerto. Isolat-isolat tersebut memiliki kemampuan dalam mendegradasi bahan pangan yang mengandung amilum, lemak dan protein.

Hasil uji enzimatik yang dilakukan menunjukkan variasi kemampuan enzimatik dari isolat bakteri asal saluran pencernaan kecoa. Isolat yang menunjukkan hasil positif dalam uji amilolitik ditunjukkan dengan adanya zona jernih disekitar koloni bakteri yang ditumbuhkan pada medium SA dan ditetesi reagen iodine (Gambar 1a). Zona jernih akan tampak setelah beberapa saat ditetesi larutan iodine yang memberikan warna biru gelap pada medium SA (Putri et al., 2012). Terbentuknya zona jernih di sekitar pertumbuhan koloni bakteri mengindikasikan adanya proses hidrolisis amilum oleh enzim amilase menjadi glukosa (Sukarminah, 2010).



Gambar 1. Hasil Uji enzimatik. a) Uji Amilolitik; b) Uji Lipolitik; c) Uji Proteolitik

Table 1. Hasil uji enzimatis isolat bakteri

No	Isolat	Enzimatis		
		Amilolitik	Lipolitik	Proteolitik
1	ACU14A	-	+	+
2	ACU14B	+	+	+
3	ACU14C	-	+	+
4	ACU14D	-	-	-
5	ACU14E	-	+	+
6	ACU15A	-	-	-
7	ACU15B	+	-	-
8	ACU15C	+	+	+
9	ACU15D	+	+	+
10	ACU16A	-	-	+
11	ACU16B	+	-	+
12	ACU16C	+	-	-
13	ACU24A	-	+	+
14	ACU24B	+	-	+
15	ACU25A	-	-	+
16	ACU25B	-	-	-
17	ACU25C	-	-	+
18	ACU25D	+	+	+
19	ACU26A	-	+	-
20	ACU34A	-	-	+
21	ACU34B	+	+	+
22	ACU35A	-	-	-
23	ACU35B	-	-	-
24	ACU36A	+	-	-
25	ACU36B	-	+	+
26	ACU36D	+	-	+

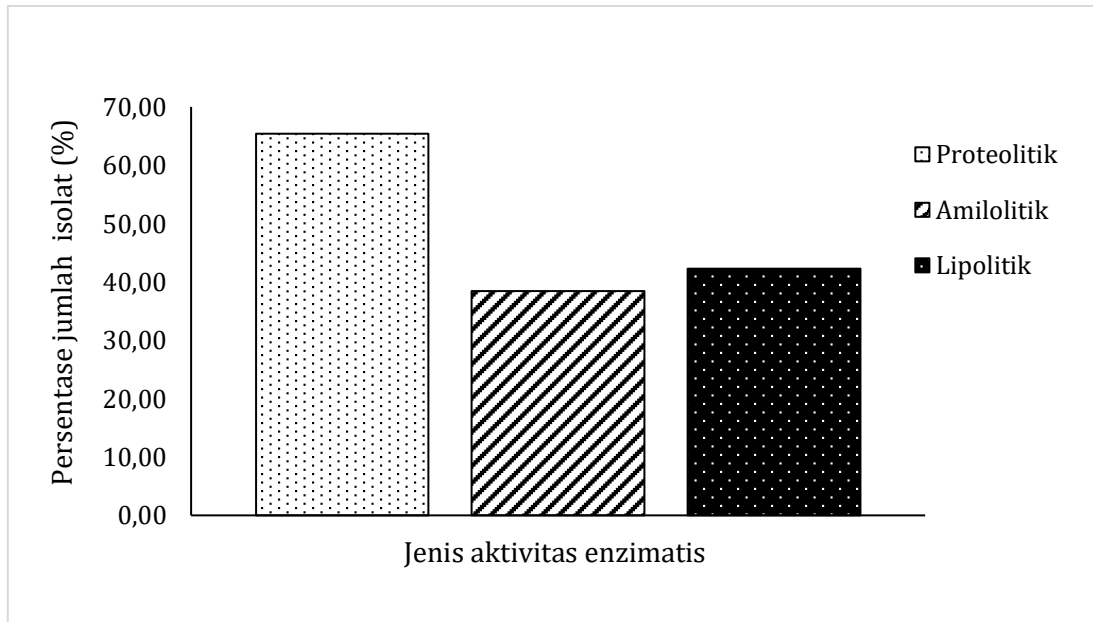
Pada uji Lipolitik, hasil positif ditunjukkan dengan perubahan terbentuknya zona bening di daerah sekitar koloni bakteri (Gambar 1b) yang ditumbuhkan di medium Mineral yang telah ditambahkan lemak yang berasal dari minyak zaitun (*olive oil*). Terbentuknya zona bening disekitar koloni menunjukkan adanya aktivitas

lipase setelah inkubasi, hal ini menunjukkan bahwa media agar hanya digunakan untuk menyeleksi isolat yang memiliki aktivitas produksi lipase, tetapi tidak untuk mengukur aktivitas lipase (Patel et al, 2016).

Pada uji proteolitik, zona jernih di sekitar koloni (Gambar 1c) merupakan indikator hasil

positif. Zona jernih yang terbentuk menunjukkan secara kualitatif kemampuan proteolitik dari enzim protease yang dihasilkan oleh bakteri (Setyati dan Subagiyo, 2012). Bakteri proteolitik

dapat menghasilkan enzim ekstraseluler protease yang berperan dalam menghidrolisis protein menjadi komponen yang lebih sederhana berupa asam amino (Zainuddin et al., 2017)



Gambar 2. Hasil uji kemampuan enzimatis isolat bakteri asal saluran pencernaan

Hasil uji enzimatis menunjukkan bahwa isolat bakteri mampu menghasilkan enzim degradasi proteolitik sebesar 62,96%, amilolitik sebesar 37,04%, dan lipolitik sebesar 40,74% dari keseluruhan isolat yang ditemukan (Gambar 2). Penggunaan uji kualitatif aktivitas enzimatis merupakan salah satu uji awalan yang dapat digunakan dalam melihat potensi bakteri yang memiliki kemampuan dalam mendegrasi bahan pangan. Aktivitas enzimatis bakteri merupakan salah satu faktor penting penyebab pembusukan makanan.

Perbedaan hasil jumlah kemampuan enzimatis isolat bakteri diakibatkan karena pola makan kecoa yang merupakan serangga omnivora. Kecoa mengkonsumsi berbagai

produk tanaman dan hewan, termasuk daging dan lemak, makanan bertepung, manisan, makanan yang dipanggang, dan barang dapur yang tidak terlindung lainnya. Selain itu, kecoa juga memakan bahan-bahan seperti kulit, kertas dan sampul buku (Cahyani et al. 2018). Pola makan ini mempengaruhi jenis kemampuan enzimatis isolat bakteri di pencernaan kecoa, karena setiap jenis bakteri bakteri membutuhkan sumber energi, sumber nitrogen dan sumber karbon yang spesifik untuk pertumbuhannya.

Keberadaan bakteri yang memiliki enzim dalam mendegradasi bahan pangan didalam saluran pencernaan kecoa dapat menjadi salah satu penyebab kerusakan bahan pangan. Hal ini disebabkan kecoa memiliki perilaku

mengeluarkan dan memuntahkan sebagian makanan yang sudah dicerna (Mpuchane, et al., 2006), sehingga beresiko menyebarkan bakteri-bakteri tersebut ke lingkungan termasuk pada bahan pangan di pasar tradisional.

Kerusakan bahan pangan tersebut dapat terjadi karena proses katalitik dari sejumlah besar enzim mikroba. Enzim ekstraseluler mikroba yaitu proteinase dan peptidase dapat menghidrolisis protein dan peptida dalam bentuk besar dalam bahan pangan menjadi asam amino dan peptida yang lebih kecil. Selanjutnya peptida berukuran kecil diangkut dan diubah menjadi asam amino sebelum dimetabolisme lebih lanjut dalam sel bakteri. Bahan pangan yang mengandung lipid sulit terdegradasi ketika dalam ukuran dengan massa yang besar, karena bersifat hidrofobik. Ketika dalam bentuk Gliserida, lipid dihidrolisis oleh enzim lipase ekstraseluler untuk melepaskan gliserol dan asam lemak. Asam lemak kemudian dapat diangkut di dalam sel bakteri dan dimetabolisme. Lipid dalam bentuk asam lemak tak jenuh dapat dioksidasi oleh enzim oksidase dari mikroba, menghasilkan hidroperoksida dan senyawa karbonil (aldehida dan keton). Beberapa spesies bakteri dapat mendegradasi pati, glikogen, selulosa, pektin, dan polisakarida lainnya oleh enzim ekstraseluler. Monosakarida dan disakarida hasil degradasi kemudian diangkut dalam sel dan dimetabolisme. Penguraian polisakarida ini, terutama pektin, dan selulosa, pada buah dan sayur oleh mikroorganisme dapat mempengaruhi tekstur dan menurunkan kualitas penerimaan produk (Ray, 2005).

Aktivitas enzim pendegradasi dimiliki bakteri tersebut dapat mengubah kualitas bahan pangan secara organoleptik (rasa, warna dan bau). Selain itu juga dapat mengubah status nutrisi dan menurunkan nilai estetika dari bahan pangan (Mpuchane, et al., 2006).

Tabel 2 menunjukkan karakter morfologi makroskopis dan mikroskopis isolat bakteri asal saluran pencernaan kecoa. Berdasarkan data karakter morfologi tersebut didapatkan 7 isolat merupakan bakteri gram negatif coccus, 15 isolat gram positif coccus, 2 isolat bakteri gram positif basil dan 2 isolat gram negatif basil.

Hasil uji katalase dan oksidase ditunjukkan pada tabel 2. Berdasarkan data uji tersebut isolat yang menunjukkan sifat oksidase positif berjumlah 26 isolat. Uji katalase digunakan untuk melihat keberadaan katalase pada mikroba aerob. Enzim katalase merupakan enzim yang paling umum ditemukan di semua organisme hidup yang mampu bertahan pada lingkungan yang beroksigen. Enzim ini dapat mengkatalis pemecahan hidrogen peroksida dan melepaskan air dan oksigen. Hasil positif uji katalase ditunjukkan dengan terbentuknya gelembung udara pada sampel (Khatoon et al. 2022).

Isolat bakteri yang menunjukkan hasil positif pada uji oksidase sebanyak 15 isolat, dan 11 isolat lainnya menunjukkan hasil negatif oksidase. Uji oksidase digunakan untuk melihat keberadaan enzim sitokrom oksidase (indofenol oxidase). Enzim ini berperan dalam tahap akhir respirasi aerob pada rantai transport elektron dengan mentransfer elektron kepada molekul oksigen, dan membentuk molekul air. Uji

oksidase menunjukkan hasil positif apabila terjadi perubahan warna pada sampel dari warna bening menjadi ungu tua (Shields et al. 2010).

Table 2. Karakteristik isolat bakteri asal saluran pencernaan kecoa *P. americana*

Isolat	Karakter Makroskopis koloni					Karakter mikroskopis koloni		Uji katalase	Uji oksidase
	Warna	Optik	Bentuk	Elevasi	Tepi	Bentuk Sel	Gram		
ACU14A	putih	opaque	sirkuler	rata	undulate	coccus	-	++	-
ACU14B	putih	transluscent	irreguler	rata	filiform	coccus	-	++	-
ACU14C	putih	opaque	Sirkuler	rata	undulate	coccus	+	++	+
ACU14D	putih	transluscent	irreguler	rata	undulate	coccus	+	++	-
ACU14E	putih	opaque	Sirkuler	raised	rata	batang pendek	+	++	+
ACU15A	putih	opaque	Sirkuler	rata	undulate	coccus	+	++	-
ACU15B	putih kekuningan	opaque	Sirkuler	raised	rata	coccus	-	++	+
ACU15C	putih	opaque	Sirkuler	rata	rata	coccus	+	++	-
ACU15D	putih	opaque	Sirkuler	raised	rata	coccus	+	++	+
ACU16A	putih	opaque	Sirkuler	rata	rata	bacil	-	++	+
ACU16B	putih	transluscent	Sirkuler	rata	undulate	coccus	-	++	+
ACU16C	kuning	opaque	Sirkuler	raised	rata	coccus	+	++	+
ACU24A	putih	transluscent	irreguler	rata	undulate	coccus	-	++	-
ACU24B	putih	opaque	Sirkuler	rata	rata	bacil	+	++	+
ACU25A	putih	opaque	Sirkuler	rata	rata	bacil	-	++	+
ACU25B	kuning	opaque	Sirkuler	rata	rata	coccus	+	+	+
ACU25C	putih kekuningan	opaque	irreguler	rata	undulate	coccus	+	++	+
ACU25D	putih	transparant	irreguler	rata	undulate	coccus	+	++	-
ACU26A	putih	opaque	sirkuler	rata	rata	coccus	+	++	-
ACU34A	putih	transparant	irreguler	rata	filiform	coccus	-	++	+
ACU34B	putih	opaque	sirkuler	rata	rata	coccus	+	++	+
ACU35A	putih	opaque	irreguler	rata	undulate	coccus	+	++	-
ACU35B	putih kekuningan	transluscent	sirkuler	rata	rata	coccus	-	++	-
ACU36A	kuning	opaque	sirkuler	raised	rata	coccus	+	++	+
ACU36B	putih	opaque	sirkuler	rata	undulate	coccus	+	++	-
ACU36D	putih	transluscent	sirkuler	rata	rata	coccus	+	+	+

Karakteristik makroskopis, mikroskopis dan fisiologis dari isolat bakteri dapat dijadikan informasi dasar dalam proses identifikasi suatu isolat asal kecoa. Hal

tersebut ditunjukkan dalam penelitian ni'matuzahroh et al. (2020), 3 isolat bakteri asal pencernaan kecoa memiliki kemampuan dalam mendegradasi amilum, selulosa,

protein dan lemak. Berdasarkan karakteristik makroskopis, mikroskopis dan fisiologis, ketiga isolat tersebut teridentifikasi sebagai *Bacillus brevis*, *Bacillus badius* dan *Bacillus pantothenicus* dengan persentase kemiripan karakter 91.3%, 85.0%, dan 95.2%.

Keberagaman isolat bakteri pada saluran cerna kecoa disebabkan nutrisi dalam saluran pencernaan kecoa yang beragam akibat pola makan kecoa, selain itu juga karena adanya transmisi mikroorganisme antar individu kecoa. Bakteri pada saluran pencernaan kecoa secara sistematis ditransmisikan secara koprofagia (konsumsi tinja) karena feses merupakan makanan yang paling sering diberikan dan merupakan nutrisi pertama yang diberikan oleh filial kepada neonates secara trofalaksis proktodeal (transfer makanan melalui anus-ke-mulut) (Nalepa et al. 2001). Selain itu Kanibalisme, Nekrofagus dan konsumsi eksuvia oleh kecoa (Bell et al. 2007) menjadi salah satu rute alternatif dalam transmisi microflora pada koloni kecoa (Guzman et al. 2020)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebanyak 26 isolat berhasil diisolasi dari saluran pencernaan Kecoa keberagaman isolat bakteri pada saluran cerna kecoa *Periplaneta americana*. Isolat tersebut memiliki kemampuan dalam mendegradasi bahan pangan antara lain, pendegradasi protein sebanyak 62,96%, pendegradasi amilum

sebesar 37,04% dan pendegradasi lemak sebesar 40,74% dari total isolat yang didapat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman atas dukungan berupa dana penelitian yang bersumber dari DIPA UNSOED Tahun Anggaran 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, H., & Harahap, I. S. 2010. Preferensi Kecoa Amerika (*Periplaneta americana*) (*Blattaria* : *Blattidae*) terhadap Berbagai Kombinasi Umpan. *Entomol*, 7(2), 67-77.
- Arini, L.D.D., 2017. Faktor-Faktor Penyebab dan Karakteristik Makanan Kadaluarasa yang Berdampak Buruk pada Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 2 (1),15-24
- Bell WJ, Roth LM, Nalepa CA, & Wilson EO. 2007. *Cockroaches: ecology, behavior, and natural history*. Johns Hopkins University Press, p 248
- Cahyani, Kartika L., Yuliawati, S., & Martini. 2018. Gambaran Faktor-Faktor Yang Terkait Dengan Kepadatan Kecoa di Tempat Penjualan Bahan Pangan dan Makanan Pasar Tradisional Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)* 6(5), 295-301
- Cochran, D.G. 1999. *Cockroaches : Their Biology, Distribution and Control*. World Health Organization
- Guzman, J., & Vilcinskas, A. 2020. Bacteria associated with cockroaches: health risk or biotechnological opportunity?. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 04, 10369-10387
- Khatoon, H., Anokhe, A., & Kalia, Vinay. 2022. Catalase Test: A Biochemical Protocol for Bacterial Identification. *AgriCos e-Newsletter* 3 (1), 53-55
- Kundera, I.N., Sapu, E.H., & Bialangi, M.S. 2020. Identification of Bacteria on Cockroach Feet (*Periplaneta americana*) in Resident Bay of Palu Permai and Sensitivity Test

- Against Antibiotics. *Techno: Jurnal Penelitian*, 9(1), 535-362
- Menasria, T., Moussa, F., El-Hamza, S., Tine, S., Megri, R., & Chenchouni, H. 2014. Bacterial load of German cockroach (*Blattella germanica*) found in hospital environment. *Pathogens and global health*, 108(3), 141-147.
- Moges F., Eshetie, S., Endris, M., Huruy, K., Muluye, D., Feleke, T., G/Silassie, F., Ayalew, G., & Nagappan, R. 2016. Cockroaches as a Source of High Bacterial Pathogens with Multidrug Resistant Strains in Gondar Town, Ethiopia. *BioMed Research International*, 2016 : 1-6
- Mpuchane, S., Allotey, J., Matsheka, M., Simpanya, M., Coetzee, S., Jordaan, A., Mrema, N. & Gashe, B.A.. 2006. Carriage of micro-organisms by domestic cockroaches and Implications on food safety. *International Journal of Tropical Insect Science*. 26(3), 166 - 175.
- Murray, R. K., D. K. Granner, P. A. Mayes & V. W. Rodwell. 1999. *Biokimia Harper*. Penerbit buku kedokteran EGC. Jakarta.
- Nalepa C, Bignell D, Bandi C. 2001. Detritivory, coprophagy, and the evolution of digestive mutualisms in Dictyoptera. *Insect Soc*. 48(3), 194-201.
- Ni'matuzahroh, Trikurniadewi, N., Ibrahim, S. N. M. M., Abidin, A. Z., Khiftiyah, A. M., Sari, S. K., Nuswantara, E. N., Nurmansyah, F., Rahman, M. A. R. W., Maghfirah, H. L., Jannah, M., Masrurin, A. R., Saidah, L., Makrifah, R. L., Fatimah, & Affandi, M. 2020. Isolation and characterization of cockroach endosymbiont bacteria with potential to produce hydrolytic enzyme of organic material. *Ecology, Environment and Conservation*. 26, 123-131.
- Patel, M., Mistry, J., Desai, S., Patel, S., & Desai, S. 2016. Isolation and Characterization of Lipase producing Bacteria from Vegetable Oil Spillage Site. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 5. 214-232.
- Putri, W.D.R., Marseno D.W., & Cahyanto, M.N. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Amilolitik selama Fermentasi Growol, Makanan Tradisional Indonesia. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 1(13), 52-60.
- Ramsay, C.A. & Thomasson, G.L. 2009. *Public Health Pest Control, Cooperation Extension*, Washington State University, Washington
- Ray, Bibek. 2005. *Fundamental food microbiology 3rd Edition*. CRC Press. Washington DC.
- Rorong, J. A., & Wilar, W. F. 2021. Keracunan Makanan oleh Mikroba. *Techno Science Journal*, 2(2), 47-60.
- Setyati, W. A., & Subagiyo, D. 2012. Isolasi dan Seleksi Bakteri Penghasil Enzim Ekstraseluler (proteolitik, amilolitik, lipolitik dan selulolitik) yang Berasal dari Sedimen Kawasan Mangrove. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 17(3), 164-168.
- Shields, P., & Cathcart, L. 2010. *Oxidase Test Protokol*. American Society for Microbiology. diakses pada laman: <https://asm.org/getattachment/00ce8639-8e76-4acb-8591-0f7b22a347c6/oxidase-test-protocol-3229.pdf>
- Sucipto, D.C. 2011. *Vektor Penyakit Tropis*. Yogyakarta: Gosyen Publishing
- Sukarminah, E., D.M. Sumanti & I. Hanidah. 2010. *Mikrobiologi Pangan Jurusan Teknologi Industri Pangan*. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjajaran. Jatinagor
- Zainuddin, M., Setyati, W.A., Person, D., & Renta, P. 2017. Zona Hidrolisis dan Pertumbuhan Bakteri Proteolitik dari Sedimen Ekosistem Mangrove *Rhizophora mucronata* Telukawur Jepara. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 11(2), 31-35.