



EKSPLORASI MIKROFLORA ALAMI PRODUK FERMENTASI TRADISIONAL CANGKUAK BERBASIS DAGING DI KECAMATAN KUANTAN MUDIK KABUPATEN KUANTAN SINGINGI

Adela Putri¹, Nurmiati^{2*}, & Periadnadi³

^{1,2,&3}Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Andalas, Limau Manis, Padang, Sumatera Barat 25175,
Indonesia

*Email: nurmiati@sci.unand.ac.id

Submit: 29-03-2024; Revised: 02-06-2024; Accepted: 07-06-2024; Published: 30-06-2024

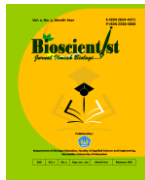
ABSTRAK: Cangukak merupakan makanan fermentasi tradisional asal yang berbahan baku daging yang ditambah dengan rebung bambu betung, semawuang/kluwak, garam dan nasi. Proses fermentasi dilakukan tanpa penambahan kultur mikroba (spontan), selama satu sampai tiga minggu di dalam wadah tertutup rapat. Teknik pembuatan, formulasi bahan dan bahan penyusun cangukak memiliki keunikan masing-masing, sehingga dapat menghasilkan produk akhir dengan karakteristik yang berbeda-beda. Penelitian tentang keberadaan mikroba pada produk pangan fermentasi (ikan, susu, sayur) sudah banyak dilakukan, namun informasi mengenai eksplorasi keberadaan mikroflora alami dan potensi invitro bakteri pemfermentasi pada cangukak belum pernah dilaporkan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survey dan data yang dihasilkan disajikan secara deskriptif. Diperoleh mikroflora alami yang terdapat pada ketiga sampel cangukak di Kuantan Mudik didominasi oleh bakteri dan sedikit khamir dengan proporsi kelompok bakteri tertinggi pada ketiga sampel cangukak yaitu oleh bakteri fermentatif ($2.0 - 6.30 \times 10^5$ cfu/g), selulolitik ($3.30 - 5.90 \times 10^5$ cfu/g), amilolitik ($1.70 - 4.40 \times 10^5$ cfu/g), proteolitik ($0.12 - 7.90 \times 10^5$ cfu/g), lipolitik ($0.08 - 0.12 \times 10^5$ cfu/g), diperoleh enam isolat fermentatif potensial yang dibuktikan dengan perhitungan nilai indeks yaitu DK-I₁ (1.59), DR-I₁ (1.36), DR-I₂ (2.49), DR-I₃ (1.19), DKR-I₁ (2.41), dan DKR-I₂ (2.96).

Kata Kunci: Cangukak, Daging Fermentasi, Rebung, Mikroflora, Isolat Potensial.

ABSTRACT: Cangukak is a fermented food made from meat with betung bamboo shoots or kluwak, salt and rice. The fermentation process is carried out without adding microbial cultures (spontaneous) for one to three weeks in a tightly closed container. cangukak's manufacturing technique, ingredient formulation and constituent ingredients are unique, resulting in a final product with different characteristics. Research on the presence of microbes in fermented food products (fish, milk, vegetables) has been widely conducted, but information on exploring the presence of natural microflora and the in vitro potential of fermenting bacteria in cangukak has never been reported. This research was conducted using a survey method and the resulting data were presented descriptively. It was found that the natural microflora found in the three samples of cangukak in Kuantan Mudik was dominated by bacteria, with the highest proportion of bacterial groups in the three cangukak samples being fermentative bacteria ($2.0 - 6.30 \times 10^5$ cfu/g), cellulolytic bacteria ($3.30 - 5.90 \times 10^5$ cfu/g), amylolytic bacteria ($1.70 - 4.40 \times 10^5$ cfu/g), proteolytic bacteria ($0.12 - 7.90 \times 10^5$ cfu/g), lipolytic bacteria ($0.08 - 0.12 \times 10^5$ cfu/g). Six potential fermentative isolates were obtained as evidenced by the calculation of index values, namely DK-I₁ (1.59), DR-I₁ (1.36), DR-I₂ (2.49), DR-I₃ (1.19), DKR-I₁ (2.41), and DKR-I₂ (2.96).

Keywords: Cangukak, Fermented Meat, Bamboo Shoots, Microflora, Potential Isolates.

How to Cite: Putri, A., Nurmiati, N., & Periadnadi, P. (2024). Eksplorasi Mikroflora Alami Produk Fermentasi Tradisional Cangukak Berbasis Daging di Kecamatan Kuantan Mudik Kabupaten Kuantan Singingi. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 1147-1163. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.11216>



PENDAHULUAN

Cangkuak adalah makanan fermentasi yang berbahan baku daging sapi atau kerbau yang ditambah dengan rebung bambu betung, garam, nasi, dan air. Cangkuak juga dapat dibuat dari daging yang ditambah dengan buah kepayang (kluwek), garam, dan nasi. Teknik pembuatan, bahan penyusun dan formulasi bahan cangkuak memiliki keunikan masing-masing di setiap daerah di Kec. Kuantan Mudik sehingga dapat menghasilkan produk akhir dengan karakter yang berbeda-beda. Proses fermentasi dilakukan tanpa penambahan kultur mikroba (spontan), selama minimal satu minggu di dalam wadah tertutup rapat (anaerob) (Mirdhayati, 2022). Cangkuak sudah ada di Kabupaten Kuantan Singingi sejak zaman dahulu sebelum ditemukan nya teknik refrigerasi dengan tujuan agar daging sapi bertahan lama dan tidak membusuk begitu saja, Cangkuak merupakan salah satu kearifan lokal Kabupaten Kuantan Singingi yang kini mulai berkurang eksistensinya (Aldona *et al*, 2019).

Produk pangan fermentasi berbahan baku daging seperti terasi, urutan, bekasam dan naniura (Mulyani *et al*, 2023) sudah dikenal oleh masyarakat namun, cangkuak sebagai salah satu produk fermentasi daging di Indonesia masih belum dikenal luas sehingga perlu dijaga kelestarian dan keberadaannya karena eksistensi cangkuak di Kabupaten Kuantan Singingi semakin berkurang disebabkan masyarakat modern cenderung beralih menggunakan freezer sebagai alat untuk mengawetkan daging. Sebagai bahan utama dalam pembuatan cangkuak, daging termasuk sumber protein hewani yang penting dalam memenuhi kebutuhan gizi dan memberikan khasiat dalam menjaga kesehatan. Daging mengandung protein (unsur struktural dan fungsional mendasar dalam setiap sel) yang berlimpah dengan nilai biologis tinggi, kaya akan asam amino esensial, untuk sintesis protein tubuh, selain digunakan sebagai sumber energi (Awwaly *et al*, 2015).

Pengolahan bahan pangan secara tradisional sudah dikenal sejak lama. Salah satu cara pengolahan yang dilakukan adalah dengan fermentasi. Fermentasi makanan adalah proses perubahan biokimia yang terjadi pada makanan yang diakibatkan oleh kinerja enzim yang dihasilkan mikroba sehingga menghasilkan karakteristik khusus pada makanan tersebut (Ropikoh *et al*, 2022). Produk pangan fermentasi juga dapat meningkatkan nilai gizi, meningkatkan mutu produk berdasarkan tekstur dan citarasa, menghasilkan produk yang lebih aman untuk dikonsumsi, dan memperpanjang masa simpan produk (Ockerman & Basu, 2014). Bakteri yang berperan pada proses fermentasi berbahan baku daging umumnya bakteri asam laktat (Mulyani *et al*, 2023). Bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri yang melakukan penguraian karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat yang akan menurunkan pH serta menimbulkan rasa asam (da Costa *et al*, 2019). Bakteri asam laktat mempunyai peranan esensial hampir dalam semua proses fermentasi makanan. Peran utamanya adalah untuk pengasaman bahan mentah

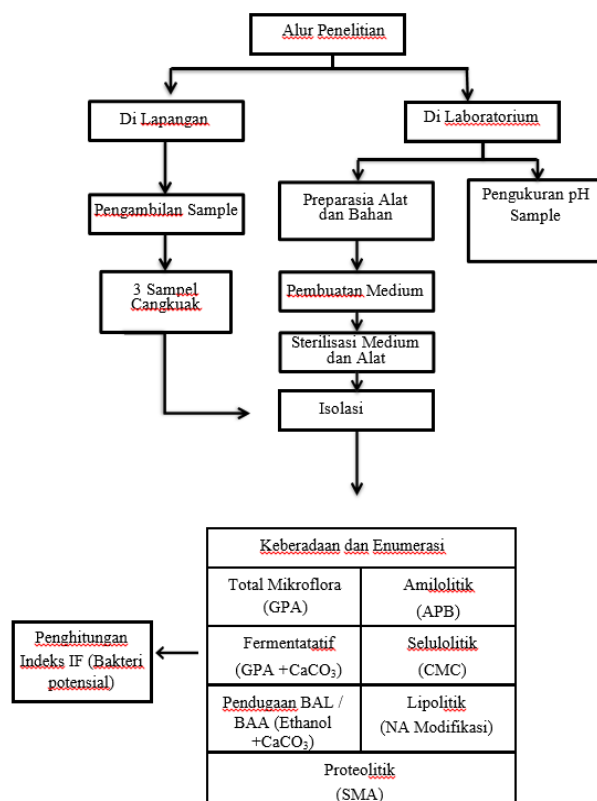


dengan memproduksi sebagian besar asam laktat, sebagian kecil asam asetat, etanol, dan CO₂ (Mulyani *et al*, 2023).

Bakteri asam laktat termasuk mikroorganisme yang aman jika ditambahkan dalam pangan karena sifatnya tidak toksik dan tidak menghasilkan toksin, maka disebut food grade microorganism atau dikenal sebagai mikroorganisme yang *Generally Recognized As Safe* (GRAS), yaitu mikroorganisme yang tidak beresiko terhadap kesehatan, bahkan beberapa jenis bakteri tersebut berguna bagi kesehatan. Bakteri asam laktat bermanfaat untuk peningkatan kualitas higiene dan keamanan pangan melalui penghambatan secara alami terhadap flora berbahaya yang bersifat patogen (Andarilla *et al*, 2018). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mirdhayanti (2022) didapatkan jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL) cangkuk dengan media fermentasi rebung menghasilkan nilai lebih tinggi (10^7 - 10^8 koloni/mL) dibandingkan dengan cangkuk dengan media fermentasi isi biji kepayang (10^3 koloni/mL). Penelitian tentang keberadaan mikroflora alami pada produk pangan fermentasi berbahan baku ikan, susu dan sayur sudah banyak dilakukan, namun informasi mengenai keberadaan mikroflora alami dan potensi bakteri dari fermentasi daging belum pernah dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan mikroflora alami dan proporsi kelompok bakteri potensial pada beberapa jenis cangkuk serta menemukan isolat fermentatif potensial.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *survey* yang hasilnya disajikan secara deskriptif. Dilaksanakan pada bulan Januari sampai April 2023 di Laboratorium Riset Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang. Bahan-bahan yang digunakan yaitu Daging sapi segar, rebung, kluwak, nasi, garam, aquades, medium *Glucose Peptone Agar* (GPA), medium GPA+CaCO₃, medium Agar Pati Beras (APB), medium *Skim Milk Agar* (SMA), medium *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC), medium etanol+CaCO₃, *congo red* 1% dan *lugol iodine* 0,5%. Metode penelitian yang dilakukan mengikut diagram alur kerja (*work flow*) seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian.

Pengambilan Sampel di Lapangan

Metode pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, yaitu dari seluruh populasi cangkuk yang dibuat pengrajin cangkuk diambil 3 sampel. Pengambilan sampel di lapangan juga bertujuan untuk memperoleh data lapangan mengenai bahan baku, persiapan, formulasi bahan, wadah penyimpanan, pengolahan, waktu fermentasi dan bahan baku tambahan sebagai media fermentasi. Dipilih 3 sampel cangkuk dari pengrajin cangkuk di beberapa desa Kecamatan Kuantan Mudik yaitu Desa Pebaun Hilir, Pebaun Hulu dan Kinali.

Pengukuran Nilai pH

Pengukuran nilai pH cangkuk diukur dengan menggunakan pH-meter digital yang sebelumnya distandarkan dengan larutan buffer (pH 3 dan pH 7). Kemudian sebanyak 5 gram sampel digerus halus, ditambahkan sedikit air dan diaduk merata, lalu elektroda dicuci dengan aquadest, dicelupkan ke dalam larutan sampel. Selanjutnya, dicatat nilai pH sampel yang tertera pada pH-meter digital.

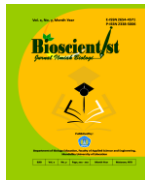
Pembuatan Medium

Medium Glucose Peptone Agar (GPA)

Digunakan untuk menghitung mikroba total. Komposisi medium GPA yaitu 20 g *glucose*, 5 g pepton, 15 g agar dan dicukupkan dengan aquades menjadi 1000 mL. Kemudian Medium dihomogenkan dan disterilisasi (Periadinadi, 2003).

Medium Glucose Peptone Agar (GPA) + Calcium Carbonate (CaCO₃)

Medium dengan komposisi 20 g glukosa, 5 g pepton, dan 15 g agar. Pada medium GPA modifikasi dilakukan penambahan CaCO₃ sebanyak 15 g/L berguna



untuk melihat aktivitas mikroba yang menghasilkan asam. Kemudian dicukupkan dengan aquadest menjadi 1000 mL kemudian dihomogenkan dan disterilisasi (Periadinadi, 2003).

Medium Skim Milk Agar (SMA)

Digunakan untuk melihat dan menguji kemampuan proteolitik suatu mikroba. Komposisi medium SMA yaitu 40 g susu skim, dan 15 g agar dalam 1000 mL aquadest. Selanjutnya medium dipanaskan sambil diaduk sampai homogen dan disterilisasi.

Medium Carboxy Methyl Cellulose (CMC)

Digunakan untuk melihat dan menguji kemampuan bakteri dalam melisis selulosa. Komposisi media CMC 1% agar yaitu 10 g CMC, 0,02 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 4 g KH_2PO_4 , 0,004 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,001 g $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, Na_2HPO_4 , 4 g yeast extract, 15 g agar dilarutkan dalam 1000 mL aquades kemudian disterilisasi.

Medium Etanol + $CaCO_3$

Medium ini merupakan medium selektif untuk menentukan golongan bakteri (asetat atau laktat). Hanya bakteri asetat yang dapat menggunakan alkohol sebagai sumber C dari media menjadi asam asetat, yang ditandai dengan terbentuknya daerah halo di sekitar koloni. Komposisi medium ini yaitu 50 mL Etanol, 20 g Agar, 15 $CaCO_3$ /L, dan air suling steril Selanjutnya medium dipanaskan sambil diaduk sampai homogen dan disterilisasi (Periadinadi, 2003).

Medium Agar Pati Beras (APB)

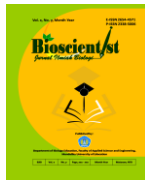
Medium Agar Pati Beras (APB) adalah medium selektif untuk melihat dan menguji kemampuan amilolitik suatu bakteri. Komposisi medium APB yaitu 40 gram tepung beras, 1 gram yeast extract, 20 gram agar dalam 1000 mL aquadest. Selanjutnya medium dipanaskan sambil diaduk sampai homogen dan disterilisasi dengan autoclave pada suhu $121^\circ C$ tekanan 15 lbs selama 15 menit.

Medium Nutrient Agar (NA) Modifikasi

Dilarutkan 23 g NA dalam aquadest menjadi 1000 mL. Ditambahkan 10 g butter dan 0,5 g neutral red, lalu dipanaskan sampai homogen dan (Swandi *et al*, 2015).

Keberadaan dan Total Mikroflora Alami pada Cangkuk

Ditimbang secara aseptis sampel cangkuk sebanyak 10 g lalu dihancurkan dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL steril, kemudian dicukupkan volumenya menjadi 100 mL. Disiapkan 6 testube dengan diisi masing-masing 9 mL aquades steril, lalu diambil sampel yang sudah dihancurkan sebanyak 1 mL kemudian dilakukan pengenceran bertingkat dari 10^{-1} s/d 10^{-7} . 1 mL hasil masing-masing pengenceran dipipet dan ditanam secara pour plate ke dalam petridish steril pada masing-masing medium GPA, GPA+ $CaCO_3$, SMA, APB, CMC dan NA modifikasi lalu dihomogenkan hingga rata dan dibiarkan memadat. Keberadaan bakteri pada cangkuk diamati dengan melihat zona halo (bening) yang terbentuk setelah diinkubasi selama 48 jam. Setelah itu total bakteri ditentukan dengan menghitung koloni yang tumbuh dengan colony counter. Jumlah koloni yang dihitung adalah pada kisaran 30-300 koloni tiap petri dish. Kemudian dikalikan angka pengenceran dengan satuan colony forming units per gram (cfu/g) (Madigan *et al*, 2003).



Uji Pendugaan Golongan Bakteri Asam Laktat atau Bakteri Asam Asetat pada Medium Etanol-CaCO₃

Sampel hasil pengenceran berturut dipipet sebanyak satu mL dan dilakukan penuangan sampel secara pour plate pada medium Etanol+CaCO₃ kemudian diamati bakteri yang tumbuh. Hanya bakteri asetat yang dapat menggunakan alkohol sebagai sumber C dari medium menjadi asam asetat, yang ditandai dengan terbentuknya daerah halo disekitar koloni (Periadnadi, 2003).

Perhitungan Indeks Potensi

Pengujian indeks potensi bakteri fermentatif cangkuk diamati dengan menghitung diameter daerah halo terbesar. Perhitungan nilai indeks dilakukan untuk mengetahui aktivitas dan besarnya kemampuan bakteri pemfermentasi dengan nilai indeks >1. Perhitungan indeks tersebut mengacu pada (Jamilah *et al*, 2010) yaitu dengan mencari perbandingan antara diameter daerah halo (HZ) dengan diameter koloni bakteri (CZ) tersebut.

Analisis Data

Data yang diperoleh akan disajikan secara deskriptif dengan menggunakan tabel dan gambar. Adapun parameter yang dianalisis adalah keberadaan dan total rata-rata mikroflora pada cangkuk, proporsional bakteri (pemfermentasi, proteolitik, selulolitik, lipolitik dan amilolitik) dalam fermentasi cangkuk, diameter daerah halo dan diameter koloni bakteri pemfermentasi berpotensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total keberadaan mikroflora alami pada cangkuk dari isolasi yang telah dilakukan, diperoleh total keberadaan mikroflora alami pada 3 jenis sampel cangkuk dengan variasi komposisi berbeda yang terdapat di Kecamatan Kuantan Mudik (Tabel 1).

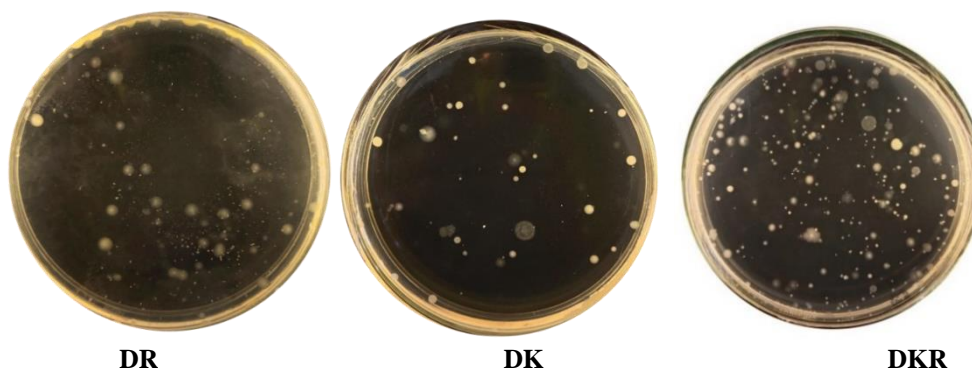
Tabel 1. Total Mikroflora Alami pada Beberapa Produk Fermentasi Cangkuk.

No.	Jenis Mikroflora	Total Mikroflora (10 ⁵ cfu/g)		
		Sampel DR	Sampel DK	Sampel DKR
1.	Total Mikroflora	69.0 x 10 ⁵ (100%)	48.0 x 10 ⁵ (100%)	177.0 x 10 ⁵
2.	Bakteri Pemfermentasi	2.89%	13.12%	1.46%
3.	Bakteri Proteolitik	4.49%	0.25%	4.46%
4.	Bakteri Lipolitik	0.13%	0.25%	0.04%
5.	Bakteri Selulolitik	4.78%	10.83%	3.33%
6.	Bakteri Amilolitik	6.37%	6.66%	0.96%

Keterangan: DR= daging+rebung+nasi+garam, DK= daging+kepayang+garam, DKR= daging+kepayang+rebung+nasi+garam.

Total keberadaan mikroflora alami yang ditemukan sebagian besar sampel cangkuk dengan menggunakan medium GPA terdiri atas bakteri dan sedikit khamir. Pada DR ditemukan mikroflora alami sejumlah 69 x10⁵ cfu/g, pada sampel DK terdiri atas 48 x 10⁵ cfu/g dan pada sampel DKR terdiri atas 177 x10⁵ cfu/g. Mikroorganisme secara umum cenderung menyukai glukosa karena merupakan molekul karbon yang paling sederhana untuk diubah menjadi energi (Doresti *et al*, 2018). Kandungan glukosa dalam medium GPA sebagai sumber karbon yang akan digunakan oleh mikroorganisme untuk menghasilkan energi dan

pertumbuhannya sehingga mikroorganisme dapat tumbuh dalam medium tersebut. Substrat glukosa yang dikonsumsi pada medium digunakan oleh bakteri untuk pertumbuhan dan pemeliharaan sel, serta pembentukan asam-asam organik terutama asam laktat (Subagiyo *et al*, 2016). Pepton merupakan hidrolisat protein yang banyak digunakan sebagai salah satu komponen nutrisi dalam media pertumbuhan mikroorganisme. Pepton yang terkandung di dalam medium GPA berfungsi sebagai sumber nitrogen bagi mikroorganisme sehingga mikroorganisme dapat tumbuh di dalam media. Berikut ilustrasi pertumbuhan mikroflora cangkuk pada medium GPA dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Keberadaan mikroflora alami pada beberapa sampel cangkuk dalam medium GPA (10^5 cfu/g).

Proporsi Keberadaan dan Isolat Potensial Bakteri Fermentatif pada Cangkuk

Keberadaan bakteri pemfermentasi pada cangkuk dilihat menggunakan medium spesifik GPA+CaCO₃ (Tabel 2).

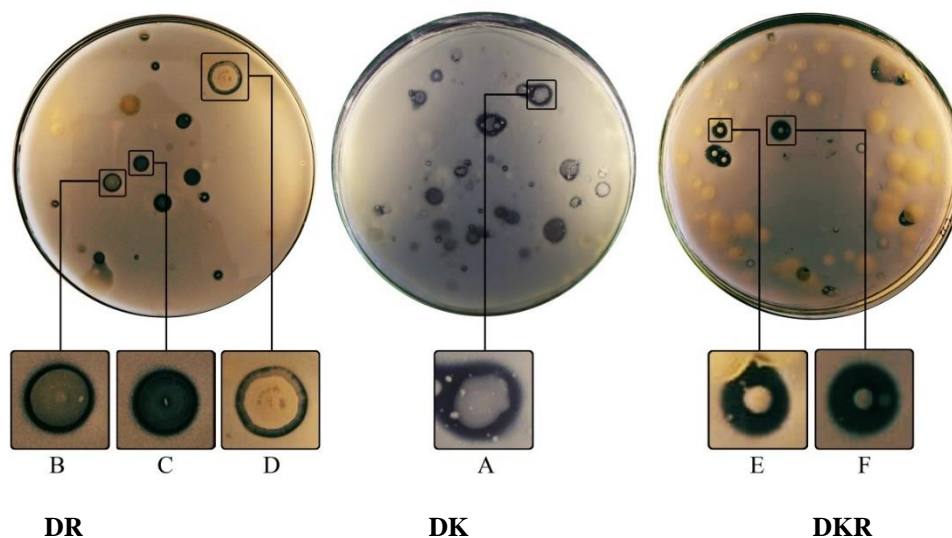
Tabel 2. Proporsi Bakteri Pemfermentasi pada Cangkuk.

Sampel	pH	Jumlah Bakteri Pemfermentasi (10^5 cfu/g)	Persentase (%)
DR	3.37	2.00	2.89%
DK	2.63	6.30	13.12%
DKR	3.62	2.60	1.46%

Jumlah bakteri fermentatif yang dapat membentuk zona bening pada masing-masing sampel cangkuk berkisar $2.00-6.30 \times 10^5$ cfu/g with a percentage of 1.46%-13.12% jika dibandingkan dengan total mikroflora yang ditemukan di cangkuk. Bakteri pemfermentasi positif ditandai dengan terbentuknya zona halo di sekitar koloni (Gambar 2) yang mampu menghidrolisis gula menjadi asam organik lalu bereaksi dengan CaCO₃ yang terdapat pada medium GPA+CaCO₃. Selama proses fermentasi, bakteri asam laktat akan memfermentasi karbohidrat yang ada hingga terbentuk asam laktat (Kinteki *et al*, 2019). Pada Tabel 2. juga diketahui nilai pH sampel cenderung asam dengan nilai 2.63-3.62, pH terendah ditemukan pada sampel DK dengan nilai pH 2.63, dimana proses fermentasi buah kepayang menghasilkan senyawa kimia alami, yang bersifat antibakteri dan dapat

menurunkan pH dan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dalam daging (Muchsiri *et al*, 2021). Fermentasi biji kepayang dapat menghasilkan zat yang mempunyai sifat antibakteri (asam sianida, tanin dan senyawa-senyawa lainnya) sehingga sifat ini dapat diaplikasikan sebagai pengawet pada daging dan pada proses fermentasi biji kepayang segar dengan daging dapat menghilangkan kandungan sianidanya (Patriani *et al*, 2020). Terdapat korelasi negatif antara pH dengan jumlah bakteri pemasam yaitu semakin tinggi jumlah bakteri pemfermentasi maka nilai pH yang dihasilkan semakin rendah (asam) karena bakteri pemfermentasi merombak glukosa menjadi asam organik yang dapat menurunkan nilai pH.

Rebung mengandung senyawa sianoglikosida yang berpotensi sebagai beracun disebut *taxiphyllin*, yang dikatalisis oleh enzim hidrolitik: β -glikosidase. Taksifilin selanjutnya terurai menjadi sianohidrin dan gula, lalu terurai menjadi asam hidrosianat dan aldehida/ keton (Chemistry, 2015). Selama fermentasi terjadi pemanfaatan gula secara cepat oleh mikroba dan pemecahan molekul gula yang besar menghasilkan pembentukan asam. Akumulasi asam mengkatalisis degradasi *taxiphyllin* menjadi hidrogen sianida. Proses fermentasi pada rebung dapat menurunkan kadar sianogen dalam rebung (Chongtham *et al*, 2022). Garam berfungsi sebagai sumber mineral untuk pertumbuhan bakteri selama fermentasi dan menghasilkan citarasa khas. Nasi merupakan bahan penyusun tambahan berfungsi sebagai sumber karbohidrat yang dibutuhkan bakteri asam laktat selama proses fermentasi (Mirdhayati, 2022). Ilustrasi bakteri pemfermentasi pada cangkuk dengan menggunakan medium GPA+CaCO₃ dapat dilihat pada Gambar 3.



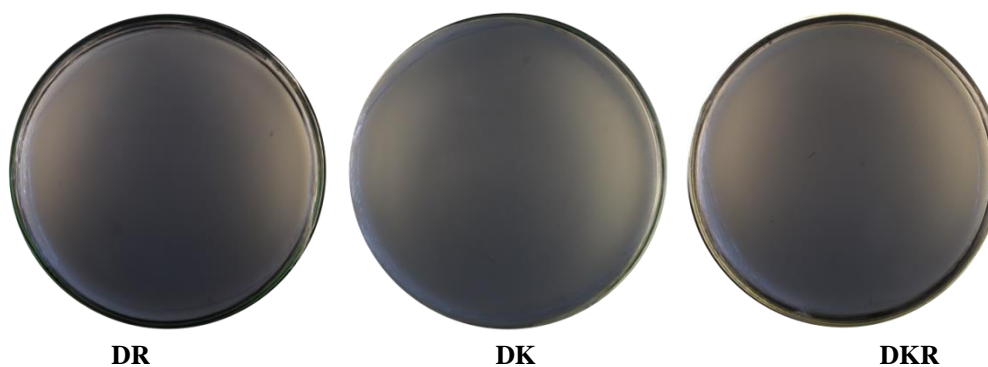
Gambar 3. Keberadaan bakteri pemfermentasi dan isolat potensial pada cangkuk dalam medium GPA+CaCO₃.

Keterangan: (A)DK-I₁, (B)DR-I₁, (C)DR-I₂, (D)DR-I₃, (E)DKR-I₁, (F)DKR-I₂.

Tabel 3. Indeks Fermentatif Isolat Potensial pada medium GPA+CaCO₃.

Isolat	Diameter Zona Halo	Diameter Koloni	Index Fermentative (IF)
DK-I ₁	8.08	5.08	1.59
DR-I ₁	11.12	8.16	1.36
DR-I ₂	5.08	2.04	2.49
DR-I ₃	6.02	5.02	1.19
DKR-I ₁	5.08	2.1	2.41
DKR-I ₂	6.1	2.06	2.96

Pada Gambar 3. terlihat pada medium terdapat bakteri pemasam yang dapat membentuk zona halo dan tidak dapat membentuk zona halo. Zona halo pada medium terbentuk akibat aktivitas bakteri pemfermentasi menghasilkan asam. Bakteri ini mampu memfermentasi gula yang terkandung dalam medium lalu menghasilkan asam sebagai produk fermentasinya, selanjutnya asam yang dihasilkan akan dinetralkan oleh CaCO₃ (Salek *et al*, 2015) yang terdapat pada medium sehingga terbentuklah zona halo. Penambahan CaCO₃ pada medium GPA juga dapat menunjang pertumbuhan dan aktivitas antimikroba pada bakteri pemfermentasi (Khairunisa *et al*, 2023). Bakteri yang dapat membentuk zona halo pada medium GPA+CaCO₃ merupakan bakteri penghasil asam. Pada Tabel 3. Juga diperoleh 6 isolat bakteri fermentatif potensial, yang masing-masing isolat tersebut memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan asam yang ditandai dengan ukuran koloni dan zona halo yang terbentuk berbeda-beda. Ukuran zona halo bakteri tergantung besar kecil kemampuannya dalam memfermentasi gula dan menghasilkan asam. Zona halo dengan ukuran diameter terluas menggambarkan kemampuan bakteri dalam menghasilkan asam tinggi, begitu juga sebaliknya. Kelompok bakteri pemfermentasi terbagi menjadi dua golongan yaitu bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat. Medium GPA+CaCO₃ merupakan medium selektif untuk melihat kemampuan bakteri pemasam, oleh karena itu dilakukan uji pendugaan golongan bakteri asam laktat atau asam asetat dengan menggunakan medium Etanol+CaCO₃.



Gambar 4. Uji pendugaan golongan bakteri asam laktat atau asam asetat dengan menggunakan medium Etanol+CaCO₃.

Hasil menunjukkan pada medium Etanol+CaCO₃ tidak terdapat bakteri yang tumbuh dan tidak menunjukkan adanya zona halo (Gambar 4) yang mengindikasikan bakteri pemfermentasi pada medium GPA+CaCO₃ hanya terdiri atas bakteri asam laktat. Hal tersebut karena pada medium Etanol+CaCO₃

ditambahkan 5% etanol sehingga hanya bakteri asam asetat yang mampu menggunakan alkohol sebagai sumber karbon nya lalu diubah menjadi asam asetat (Indah & Safnowandi, 2020; Klawpiyapamornkun *et al.*, 2015).

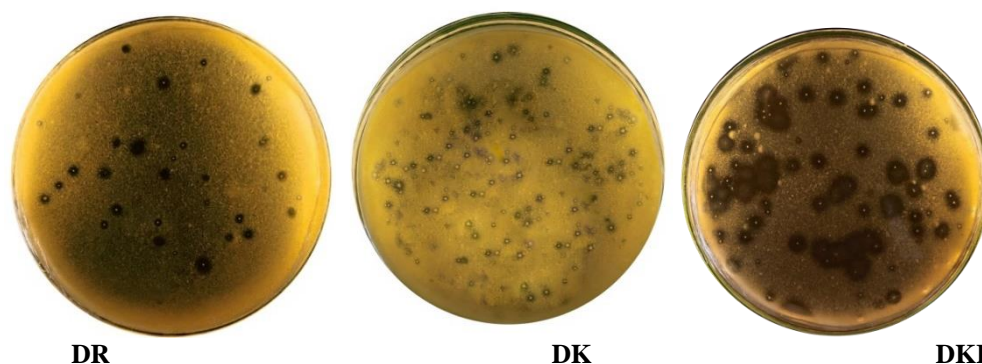
Proporsi dan Keberadaan Bakteri Proteolitik pada Cangkuk

Kemampuan menghasilkan enzim protease ekstraseluler pada bakteri dapat dilihat dengan menggunakan medium spesifik Skim Milk Agar (SMA).

Tabel 4. Proporsi Keberadaan Bakteri Proteolitik pada Cangkuk.

Sampel	Total Bakteri Proteolitik (10^5 cfu/g)	Persentase
DR	3.10	4.49%
DK	0.12	0.25%
DKR	7.90	4.46%

Keberadaan bakteri proteolitik pada cangkuk yaitu berkisar $0.12-7.90 \times 10^5$ cfu/g dengan persentase 0.25%-4.49% dari total jumlah mikroflora yang terdapat pada sampel cangkuk. Daging sebagai bahan baku utama pada cangkuk kaya akan protein dan asam amino sehingga daging sangat memenuhi persyaratan untuk menjadi medium perkembangan bakteri proteolitik dan pembusuk karena mempunyai kadar air yang tinggi. Protein pada daging menjadi sumber nitrogen bagi bakteri proteolitik (Afriani *et al.*, 2017). Otot mengandung sejumlah besar dan beragam enzim yang bertanggung jawab atas sebagian besar perubahan biokimia yang terjadi selama pemrosesan daging dan produk daging. Otot yang terdapat pada daging sapi memiliki beberapa enzim otot yang paling penting terkait dengan pemecahan protein (endopeptidase, juga dikenal sebagai proteinase), pembentukan peptida kecil (peptidase), atau asam amino bebas (aminopeptidase dan karboxypeptidase) (Toldrá & Reig, 2014). Setelah proses fermentasi pada cangkuk, daging yang dihasilkan lebih empuk dibanding sebelumnya. Keempukan daging merupakan salah satu indikasi terjadi denaturasi protein oleh enzim protease yang dihasilkan bakteri proteolitik dalam memecah dan mengurai protein pada daging sapi (Singh *et al.*, 2018). Ilustrasi keberadaan bakteri proteolitik pada cangkuk dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Keberadaan bakteri proteolitik sampel cangkuk dalam medium SMA.

Pada Gambar 5. dapat diamati keberadaan bakteri pelisis protein pada cangkuk dalam medium SMA (*Skim Milk Agar*), yaitu koloni bakteri yang membentuk zona bening pada medium. Medium SMA terdiri dari *Skim Milk* dan

Agar. Skim milk atau susu skim mengandung susu dan kasein yang merupakan protein alami susu. Kasein digunakan sebagai sumber protein yang akan dilisis oleh bakteri penghasil enzim protease sehingga terbentuk zona bening. Semakin besar zona bening maka semakin besar kemampuan bakteri dalam melisis protein. Adanya enzim proteolitik ekstraseluler yang dihasilkan oleh bakteri menyebabkan kasein terhidrolisis menjadi peptida-peptida dan asam-asam amino yang larut. Terhidrolisisnya kasein dalam media susu skim akan terlihat dengan adanya zona lisis (*halo zone*) di sekitar koloni bakteri.

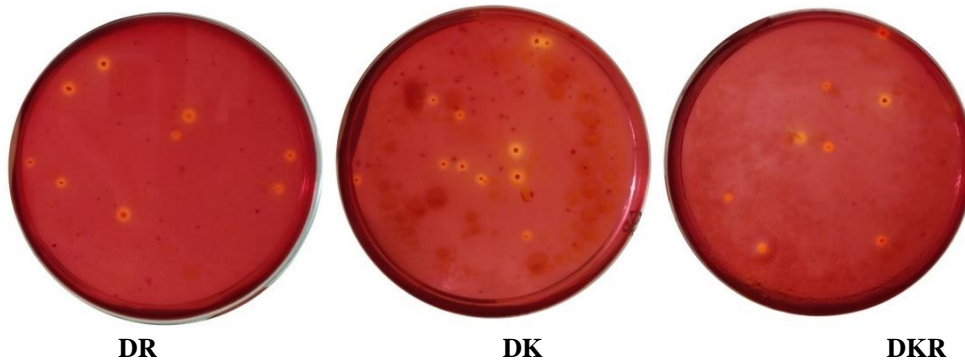
Proporsi dan Keberadaan Bakteri Lipolitik pada Cangkuak

Kemampuan bakteri dalam melisis lipid dapat dilihat dengan menggunakan medium spesifik NA Modifikasi. Keberadaan dan proporsi bakteri lipolitik pada cangkuak dapat dilihat pada Tabel 5.

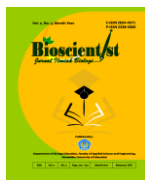
Tabel 5. Proporsi Keberadaan Bakteri Lipolitik pada Cangkuak.

Sampel	Total Bakteri Lipolitik (10^5 cfu/g)	Persentase (%)
DR	0.09	0.13%
DK	0.12	0.25%
DKR	0.08	0.04%

Pada Tabel 5. Diketahui jumlah bakteri lipolitik pada cangkuak berkisar antara $0.08 - 0.12 \times 10^5$ cfu/g dengan persentase 0.04% - 0.25% dari total jumlah mikroflora yang terdapat pada sampel cangkuak. Daging yang menjadi bahan baku utama pada cangkuak mengandung 14% lemak dan pada biji buah kepayang mengandung 8,91% lemak (Ayu *et al*, 2017). Bakteri lipolitik menghasilkan enzim lipase untuk menghidrolisis lipid menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak yang terdegradasi dapat dikonversi menjadi berbagai produk akhir yang dapat digunakan oleh sel bakteri dalam produksi energi atau proses lainnya. Produksi asam lemak oleh bakteri lipolitik juga dapat menurunkan nilai pH (Park *et al*, 2018) pada Cangkuak. Bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi lipid pada cangkuak dapat dilihat dari kemampuan bakteri tersebut dalam mengubah substrat lipid yang terkandung di dalam medium NA modifikasi yang merupakan medium selektif untuk bakteri lipolitik. Ilustrasi keberadaan bakteri lipolitik pada cangkuak dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Keberadaan bakteri lipolitik sampel cangkuak dalam medium NA Modifikasi.



Keberadaan bakteri lipolitik ditandai dengan terbentuk zona halo di sekitar koloni bakteri yang mengindikasikan bakteri tersebut mampu menghasilkan enzim ekstraseluler lipase sedangkan bakteri yang tidak membentuk daerah halo merupakan bakteri yang toleran pada lingkungan yang mengandung lipid, namun bakteri tersebut belum mengekspresikan adanya indikasi aktivitas enzim ekstraseluler lipase. Semakin besar daerah halo yang terbentuk, maka kemampuan bakteri dalam menghasilkan enzim ekstraseluler lipase untuk mendegradasi lipid juga semakin besar (Swandi *et al*, 2015). Pada medium diberikan neutral red sebagai zat warna indikator pendeteksi keberadaan asam lemak yang terbentuk akibat dari hidrolisis lemak. Dengan adanya keberadaan asam lemak, maka terjadi penyerapan warna indikator disekeliling koloni bakteri, sehingga terbentuknya daerah halo dan mengakibatkan koloni bakteri berwarna merah.

Proporsi Keberadaan Bakteri Selulolitik pada Cangukak

Kemampuan hidrolisis selulosa oleh bakteri dapat dilihat dengan menggunakan medium spesifik CMC. Keberadaan bakteri selulolitik pada cangukak dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Proporsi Keberadaan Bakteri Selulolitik pada Cangukak.

Sampel	Total Bakteri Selulolitik (10^5 cfu/g)	Persentase (%)
DR	3.30	4.78%
DK	5.20	10.83%
DKR	5.90	3.33%

Jumlah bakteri selulolitik pada masing-masing sampel cangukak berkisar dari 3.30 - 5.90×10^5 cfu/g dengan persentase of 3.33% - 10.83% dari jumlah total mikroflora yang ada di masing-masing sampel. Bakteri selulolitik ditunjukkan dengan terbentuknya zona halo pada medium *Carboxymethyl Cellulose Agar* (CMCA) karena dalam medium ini mengandung selulosa yang digunakan sebagai substrat pada reaksi enzimatik. Bakteri selulolitik menghasilkan enzim ekstraseluler yang mampu menghidrolisis kompleks selulosa menjadi oligosakarida yang lebih kecil dan akhirnya menjadi glukosa (Grata, 2020). Fungsi utama enzim ekstraseluler adalah mengubah nutrien di sekitar agar masuk ke dalam sel sebagai energi untuk pertumbuhan sel kandungan selulosa kompleks yang terdapat pada komposisi bahan cangukak seperti rebung dan kluwak akan terhidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mengakibatkan berkurangnya jumlah selulosa yang terkandung pada cangukak. Ilustrasi bakteri selulolitik pada cangukak dapat dilihat pada Gambar 7.

**DR****DK****DKR****Gambar 7. Keberadaan bakteri selulolitik sampel cangkuak pada medium CMCA.**

Bakteri selulolitik yang ditandai dengan membentuk zona halo di sekitar koloni bakteri. Digunakan medium CMCA sebagai substrat untuk menginduksi sintesis enzim selulolitik ekstraseluler pada bakteri dengan konsentrasi CMC 1% (Grata, 2020). Setelah diinkubasi ditambahkan cairan *congo red*, didiamkan selama 15 menit lalu dibilas dengan NaCl 1 M. Pewarnaan dengan menggunakan *congo red* 1% akan berdifusi ke dalam media agar dan hanya akan diabsorpsi oleh rantai panjang polisakarida yang memiliki ikatan β -D-glukan. Selanjutnya pewarna *congo red* dibilas dengan menggunakan larutan NaCl 1 M yang berfungsi untuk memperjelas zona bening yang terbentuk sehingga lebih mudah diamati (Astriani, 2017).

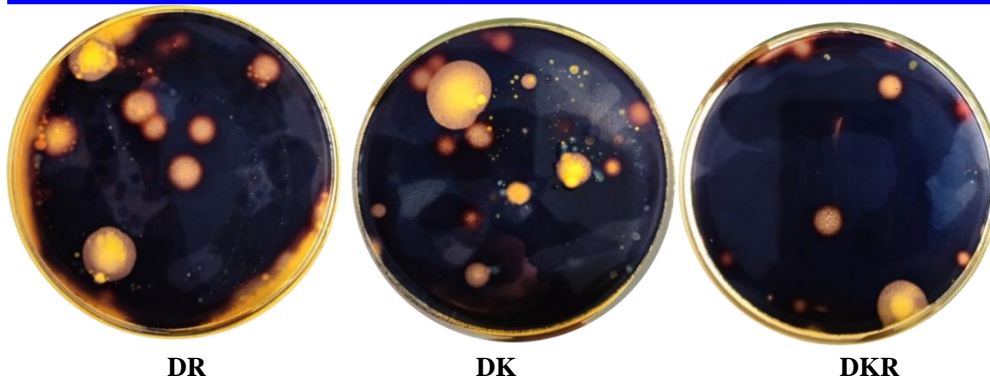
Proporsi Keberadaan Bakteri Amilolitik pada Cangkuak

Kemampuan hidrolisis amilosa oleh bakteri dapat dilihat dengan menggunakan medium spesifik APB.

Tabel 7. Proporsi Keberadaan Bakteri Amilolitik pada Cangkuak.

Sampel	Total Bakteri Amilolitik (10^5 cfu/g)	Persentase
DR	4.40	6.37%
DK	3.20	6.66%
DKR	1.70	0.96%

Jumlah bakteri amilolitik pada sampel cangkuak yaitu $1.70 - 4.40 \times 10^5$ cfu/g dengan persentase 0.96% - 6.66% dari total mikroflora yang terdapat pada masing-masing sampel. Pada proses pembuatan cangkuak terdapat bahan tambahan yaitu nasi, nasi berfungsi sebagai sumber karbohidrat yang dibutuhkan bakteri asam laktat selama proses fermentasi (Mirdhayati, 2022). Penambahan karbohidrat pada fermentasi daging (minimal 0.75%) sering direkomendasikan sebagai substrat fermentasi yang mudah digunakan oleh semua bakteri asam laktat (Toldrá & Reig, 2014). Jumlah karbohidrat (gula) yang digunakan mempengaruhi derajat keasaman (pH) dan juga memberikan kontribusi yang baik terhadap rasa, tekstur, dan sifat hasil akhir produk. Ilustrasi keberadaan bakteri amilolitik pada sampel cangkuak dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Keberadaan bakteri amilolitik sampel cangkuk dalam medium Agar Pati Beras.

Zona bening yang terbentuk disekitar koloni bakteri menunjukkan adanya aktivitas bakteri amilolitik, yaitu kemampuan bakteri dalam menghidrolisis medium selektif yang terdapat pada medium pertumbuhan dengan menghasilkan enzim amilase. Pembentukan zona bening menunjukkan bahwa pati yang terdapat di dalam media dihidrolisis oleh enzim amilase menjadi senyawa yang sederhana seperti maltosa, dekstrin dan glukosa (Alrumman *et al*, 2014), untuk memperjelas adanya zona bening, media pati padat yang telah ditumbuhi bakteri ditetesi larutan iodium, daerah di luar zona bening akan berwarna biru setelah diberi larutan ini, warna biru yang terbentuk karena larutan ini bereaksi dengan pati yang tidak dihidrolisis. Zona bening tidak terwarnai karena pada zona tersebut pati sudah terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti disakarida atau monosakarida oleh enzim ekstraseluler yang dihasilkan bakteri (Wulandari & Purwaningsih, 2019).

SIMPULAN

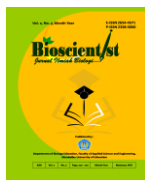
Mikroflora yang terdapat pada ketiga sampel Cangkuk di Kuantan Mudik didominasi oleh bakteri dengan jumlah mikroflora tertinggi diperoleh pada sampel DKR (177.0×10^5 cfu/g) lalu DR (69.0×10^5 cfu/g) dan DK (48.0×10^5 cfu/g). Kelompok bakteri pada cangkuk diantaranya bakteri pemfermentasi ($2.0 - 6.30 \times 10^5$ cfu/g), bakteri proteolitik ($0.12 - 7.90 \times 10^5$ cfu/g), bakteri lipolitik ($0.08 - 0.12 \times 10^5$ cfu/g), bakteri selulolitik ($2.0 - 6.30 \times 10^5$ cfu/g) dan bakteri amilolitik ($1.70 - 4.40 \times 10^5$ cfu/g). Didapatkan 6 isolat fermentatif potensial pada ketiga sampel cangkuk yaitu DK-I₁, DR-I₁, DR-I₂, DR-I₃, DKR-I₁, dan DKR-I₂.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian tentang identifikasi dan karakterisasi bakteri fermentatif potensial pada produk tradisional fermentasi daging asal Kabupaten Kuantan Singingi, Kecamatan Kuantan Mudik.

UCAPAN TERIMA KASIH

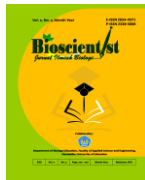
Terima kasih kepada Departemen Biologi Universitas Andalas atas dukungan terhadap penelitian ini. Terima kasih kepada Dr. Anthoni Agustien, Dr.



Indri Juliyarsi dan Dr. Wilson Novarino yang telah memberikan masukan, saran dan kritik selama penelitian dan proses penulisan artikel ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Afriani, Arnim, Marlida, Y., & Yuherman. (2017). Potensi Antibakterial Bakteri Asam Laktat Proteolitik dari Bekasam Sebagai Biopreservatif Daging Sapi. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 19(3), 165–173.
- Aldona, R., Anggrayni, Y. L., & Kurnia, D. (2019). Uji Organoleptik Terhadap Daging Sapi Bali Fermentasi (Cangkuak) Dengan Lama Penyimpanan Yang Berbeda. *Journal of Animal Center Hal*, 1(2), 56.
- Alrumman, S. A., Mostafa, Y. S., Eifan, S. A., Alamri, S. A., & Hesham, A. E.-L. (2014). Isolation of Thermoalkalophilic- α -amylase Producing Bacteria and Optimization of Potato Waste Water Medium for Enhancement of α -amylase Production. *Advances in Life Science and Technology*, 20, 41–51. www.iiste.org
- Andarilla, W., Sari, R., & Apridamayanti, P. (2018). Optimasi Aktivitas Bakteriosin yang Dihasilkan oleh *Lactobacillus casei* dari Sotong Kering. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 7(2), 187. <https://doi.org/10.31571/saintek.v7i2.1041>
- Astriani, M. (2017). Skrining Bakteri Selulolitik Asal Tanah Kebun Pisang. *Biota*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.19109/biota.v3i1.871>
- Awwaly, K. U. Al, Suharjono, T., Erwanto, Y., & Artama, W. T. (2015). Komponen Bioaktif Dalam Daging Dan Sifat Fungsionalnya: Sebuah Kajian Pustaka. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*, 10(1), 22–34.
- Ayu, D. F., bin Che Man, Y., & Rohman, A. (2017). Chemical Properties, Fatty Acid Composition, and Lipid Profiles of Picung (*Pangium edule* Reinw) Kernel Oil from Riau Province. *Applied Science and Technology*, 1, 41–46. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:90954429>
- Chemistry, I. (2015). *Cyanogenic Glycoside in Food Plants*. 3(4), 197–200.
- Chongtham, N., Bisht, M. S., Premlata, T., Bajwa, H. K., Sharma, V., & Santosh, O. (2022). Quality improvement of bamboo shoots by removal of antinutrients using different processing techniques: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 59(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-04987-9>
- da Costa, R. J., Voloski, F. L. S., Mondadori, R. G., Duval, E. H., & Fiorentini, Â. M. (2019). Preservation of Meat Products with Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria Isolated from Meat. *Journal of Food Quality*, 2019, 4726510. <https://doi.org/10.1155/2019/4726510>
- Doresti, L., Setyati, W. A., & Widowati, I. (2018). Optimasi Sumber Karbon Dan Nitrogen Sebagai Co-Substrat Untuk Pertumbuhan Bakteri Probiotik *Pseudomonas* sp. *Journal of Marine Research*, 7(3), 178–184.
- Grata, K. (2020). Determining Cellulolytic Activity of Microorganisms. *Chemistry, Didactics, Ecology, Metrology*, 25(1), 133–143. <https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0010>
- Indah, D. R., & Safnowandi, S. (2020). Karakterisasi Karbon Baggase Teraktivasi dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Logam Tembaga. *Hydrogen: Jurnal*



- Kependidikan Kimia*, 7(2), 46-54. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v7i2.1912>
- Jamilah, I. T., Meryandini, A., Rusamana, I., Suwanto, A., & Mubarik, N. R. (2010). Activity of Proteolytic and Amylolytic Enzymes from *Bacillus* spp. Isolated from Shrimp Ponds. *Microbiology Indonesia*, 3(2 SE-Articles), 4. <https://doi.org/10.5454/mi.3.2.4>
- Khairunisa, F., Musni, N., Vanda, H., Hasan, M., Asmilia, N., Eka Sari, W., & Isa, M. (2023). The Effect of Aerob and Anaerobic Condition and Addition of CaCO₃ on the Growth and Antibacterial Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Layer Hens Intestine After Administrated of AKBISprob. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 17(3), 90–95. <https://doi.org/10.21157/j.ked.hewan.v17i3.20309>
- Kinteki, G. A., Rizqiati, H., & Hintono, A. (2019). Pengaruh Lama Fermentasi Kefir Susu Kambing Terhadap Mutu Hedonik, Total Bakteri Asam Laktat (BAL), Total Khamir dan pH. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 42–50. <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.20685>
- Klawpiyapamornkun, T., Bovonsombut, S., & Bovonsombut, S. (2015). Isolation and Characterization of Acetic Acid Bacteria from Fruits and Fermented Fruit Juices for Vinegar Production. *Food and Applied Bioscience Journal*, 3(1), 30–38.
- Madigan, M. T., Brock, Dale, T., Martinko, J. M., & Parker, and J. (2003). *Brock Biology of Microorganisms* (10th ed.). Upper Saddle River (N.J.): Prentice-Hall. <http://lib.ugent.be/catalog/rug01:000745286>
- Mirdhayati, I. (2022). Karakterisasi Kimia, Mikrobiologik, dan Sensoris Daging Sapi Fermentasi Asal Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(1), 1–17. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT>
- Muchsiri, M., Agustini, S., & Agus Kurniawan, Y. (2021). Efektivitas Antimikroba Bubuk Biji Kepayang (*Pangium edule* Reinw.) sebagai Pengawet Alami Cuko Pempek. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 32(2), 95–101.
- Mulyani, R., Adi, P., & Yang, J. J. (2023). Produk Fermentasi Tradisional Indonesia Berbahan Dasar Pangan Hewani (Daging dan Ikan): A Review. *Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology*, 1(2), 34–48. <https://doi.org/10.20961/jaht.v1i2.473>
- Ockerman, H. W., & Basu, L. (2014). Preservation Methods of Animal Products. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 3, 78–83. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00207-5>
- Park, J. G., Lee, B., Jo, S. Y., Lee, J. S., & Jun, H. B. (2018). Control of accumulated volatile fatty acids by recycling nitrified effluent. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 16(1), 19–25. <https://doi.org/10.1007/s40201-018-0291-9>
- Patriani, P., Mirwandhono, E., Wahyuni, T. H., Siregar, G. A. W., Hasanah, U., Hasnudi, Ginting, N., & Yunilas. (2020). Effect of Kepayang (*Pangium edule*) Seed Extract on Meat Moisture Content, Drip Loss and Decay Test of Lamb Meat at Different Shelf Life. *Journal of Physics: Conference Series*, 1542(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1542/1/012029>



- Periadnadi. (2003). *Vorkommen und Stoffwechselleistungen von Bakterien der Gattungen Acetobacter und Gluconobacter während der Weinbereitung unter Berücksichtigung des Zucker-Säure-Stoffwechsels* (Vol. 2003).
- Ropikoh, S., Sufyan, M. I., & Haris, H. (2022). Teknologi Pangan Produk Perikanan : Fermentasi Terasi. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 4(2), 47–50. <https://doi.org/10.30997/jiph.v4i2.9903>
- Salek, S. S., van Turnhout, A. G., Kleerebezem, R., & van Loosdrecht, M. C. M. (2015). pH control in biological systems using calcium carbonate. *Biotechnology and Bioengineering*, 112(5), 905–913. <https://doi.org/10.1002/bit.25506>
- Singh, P. K., Shrivastava, N., & Ojha, B. K. (2018). Enzymes in the Meat Industry. *Enzymes in Food Biotechnology: Production, Applications, and Future Prospects*, 111–128. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813280-7.00008-6>
- Subagiyo, S., Margino, S., & Triyanto, T. (2016). Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Sumber Karbon, Nitrogen Dan Fosforpada Medium deMan, Rogosa and Sharpe (MRS) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Terpilih Yang Diisolasi Dari Intestinum Udang Penaeid. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(3), 127. <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i3.524>
- Swandi, M. K., Nurmiati, & Periadnadi. (2015). Isolasi Bakteri Pendegradasi Limbah Cair Industri Minyak. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 4(1), 71–76.
- Toldrá, F., & Reig, M. (2014). The Biochemistry of Meat and Fat. In *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (pp. 47–54). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118522653.ch7>
- Wulandari, D., & Purwaningsih, D. (2019). Morphological, Biochemical, and Molecular Identification and Characterization of Amylolytic Bacteria in Tubers of Colocasia esculenta. *Jurnal Bioteknologi Dan Biosains Indonesia*, 6(2), 247–258. <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JBBI>