

DETEKSI BAKTERI ENTEROPATOGEN PADA PRODUK MAKANAN JAJANAN TAHU

Safriana Nata Wijaya, Catarina Aprilia Ariestanti dan Tri Yahya Budiarmo

Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

Email: yahya@staff.ukdw.ac.id

ABSTRAK

Tahu adalah salah satu makanan jajanan yang banyak digemari oleh sebagian besar masyarakat. Proses pengolahan, umumnya masih dilakukan secara tradisional dan kurang memperhatikan aspek kebersihan sehingga masih memungkinkan terkontaminasi bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan bakteri enteropatogen pada jajanan tahu. Sebanyak 15 sampel dari 5 jenis jajanan tahu diperoleh dari pedagang kaki lima. Sampel ditumbuhkan pada medium CCA untuk mendapatkan bakteri terduga enteropatogen. Isolat terduga kemudian diseleksi melalui pengujian biokimia menggunakan uji indol, MR, VP, sitrat, TSIA, sorbitol dan laktosa. Isolat terduga enteropatogen kemudian dikonfirmasi menggunakan kit API 20 E. Hasil pengujian dari 15 sampel tahu ditemukan bakteri enteropatogen yang teridentifikasi sebagai *Pasteurella pneumotropica* / *Mannheimia haemolytica*, *Aeromonas sp.*, *Yersinia pestis*, *Y. enterocolitica*, *E. cloacae* dan *Grimontia hollisae* dengan tingkat kontaminasi tertinggi didominasi oleh *Pasteurella pneumotropica* / *Mannheimia haemolytica* sebesar 60%.

Kata Kunci: Tahu, Makanan Jajanan, API 20E, Enteropatogen.

ABSTRACT

*Tofu is one of the snacks that are favored by most people. The processing process is generally still carried out traditionally and lacks attention to hygiene aspects so that it is still possible to be contaminated with pathogenic bacteria that can interfere with health. This study aims to detect the presence of enteropathogenic bacteria in tofu snacks. A total of 15 samples from 5 types of tofu snacks were obtained from street vendors. Samples were grown on a CCA medium to obtain suspected enteropathogenic bacteria. Suspected isolates were then selected through biochemical testing using indole, MR, VP, citrate, TSIA, sorbitol, and lactose assays. The isolates of suspected Enteropathogenic were then confirmed using the API 20 E kit. The test results from 15 tofu samples found enteropathogenic bacteria identified as *Pasteurella pneumotropica* / *Mannheimia hemolytica*, *Aeromonas sp.*, *Yersinia pestis*, *Y. enterocolitica*, *E. cloacae*, and *Grimontia hollisae* with the highest level of contamination was dominated by *Pasteurella pneumotropica* / *Mannheimia haemolytica* at 60%.*

Keywords: Tofu, Snack Food, API 20E, Enteropathogenic.

PENDAHULUAN

Tahu merupakan produk olahan dari ekstrak kedelai dalam bentuk padatan yang telah mengalami koagulasi protein serta memiliki kandungan nutrisi seperti protein, kalium, kalsium, fosfor, zat besi, natrium, dan riboflavin yang sangat bermanfaat bagi tubuh (BPOM, 2016; Kemenkes, 2018). Karena manfaat yang beragam dan harga terjangkau menyebabkan produk olahan tahu banyak ditemukan disetiap penjual makanan seperti di pedagang kaki lima (PKL) tahun 2016 tercatat terdapat 1,346 PKL yang tersebar di 14 kecamatan dan 45 kelurahan di kawasan Yogyakarta sehingga tahu dapat digolongkan sebagai *street food* (Winoto & Budiani, 2016). Animo masyarakat yang tinggi terhadap produk olahan tahu menyebabkan banyak produsen tahu memproduksi tahu dalam jumlah banyak. Tahu yang memiliki kandungan protein sebesar 8% menjadi media yang sesuai untuk tumbuhnya mikrobia disamping itu sanitasi dan higienitas yang kurang baik saat pengolahan hingga penyajian dapat dimungkinkan bakteri patogen dapat tumbuh (Mailia, 2015). Pada makanan jajanan tahu, bakteri patogen yang sering muncul seperti *Coliform*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus sp.*, *Bacillus* dan *Salmonella sp.* (Verawati *et al.*, 2019).

Bakteri patogen yang muncul pada produk makanan menyebabkan *foodborne illness* seperti diare hingga kematian, dalam pengobatannya umum menggunakan pemberian antibiotik (Dewanti-Hariyadi & Gitapratwi, 2014). Penggunaan antibiotik secara terus-menerus dapat menyebabkan resistensi antibiotik. *Foodborne disease burden epidemiology reference group* (FERG) pada tahun 2010 mencatat kasus outbreaks sebesar 150 juta kasus dengan *disability – adjusted life years* (DALYs) sebesar 12 juta jiwa dengan kematian terbesar akibat dari bakteri *Salmonella typhi* yaitu 32,000 kasus (WHO, 2016). BPOM menyatakan bahwa bakteri patogen menjadi penyebab kasus luar biasa (KLB) sebesar 37% dengan persebaran kasus KLB paling besar akibat mengkonsumsi makanan yang diproduksi skala *home industry* yang terkontaminasi bakteri patogen sebesar 83% (Verawati *et al.*, 2019).

Dari kasus *foodborne illness* yang relatif tinggi akibat konsumsi makanan *ready to eat* seperti produk jajanan dari tahu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman bakteri patogen pada produk jajanan tahu sebagai upaya untuk meningkatkan keamanan pangan di Kota Yogyakarta.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Sampel produk jajanan tahu sejumlah 15 sampel dari 5 macam jenis (tahu bacem, tahu isi sayur, tahu telur, tahu bakso dan tahu walik) dengan 3 sampel/jenis dari tempat PKL, warung burjo, pasar tradisional, dan angkringan di kota Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan februari hingga juli 2021 berlokasi di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Bioteknologi, Prodi Biologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. Bahan yang digunakan antara lain *buffered peptone water* (BPW) (merek) sebagai media pertumbuhan mikroorganisme, media pertumbuhan selektif *Chromocult Coliform Agar* (CCA) (), *Salmonella Salt Agar* (SSA) () dan *Brain Heart* fisiologis bakteri dengan medium SIM A broth dengan menggunakan reagen *kovac's*, *Methyl Red* (MR) dengan reagen *Methyl Red*, *Vogues Proskauer* (VP) dengan reagen *barritt's* (A & B), *Simmon's Citrate*, *Triple Iron Sugar Agar* (TSIA), *Sorbitol*, dan *Laktosa*. Pengujian *Biochemical Test* dengan *Analytical Profile Index* (API) 20 E dan medium 0,85% NaCl (5 mL).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *incubator*, *autoclave*, *oven*, *laminar air flow* (LAF), *hot plate*, *vortex shaker*, *incubator shaker*, serta peralatan pendukung seperti petri, tabung reaksi, erlenmeyer, ose, *glass beaker*, *drygalski*, gelas ukur, mikro pipet, bunsen, propipet dan mortar.

Isolasi dan Seleksi

Sampel jajanan tahu ditimbang sebanyak 10 gram serta dilarutkan dalam 90 mL *buffered peptone water* (BPW) untuk *enrichment* kultur dan di *incubator shaker* selama 30 menit pada suhu 37°C dengan kecepatan 80 rpm (Naratama & Santoso, 2020). Kemudian diinokulasikan kedalam 0,1% larutan peptone (9 mL) pada pengenceran 10⁻⁴, 10⁻⁵ dan 10⁻⁶ dinokulasikan ke dalam media selektif CCA menggunakan

dryglasski dan diratakan secara aseptis lalu diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37⁰C. Koloni bakteri berwarna biru gelap dapat diduga sebagai *Escherichia coli* distrik ulang ke medium CCA dan koloni bakteri berwarna putih jika diduga sebagai *Salmonella spp* ke medium SSA dengan metode *strike plate* 5 – 6 gradien jika koloni sudah tunggal dapat distreak pada media BHIA serta diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37⁰C untuk dilakukan pengujian selanjutnya (Corry, 2011).

Pengujian Biokimia untuk Bakteri Terkoleksi

Pengujian biokimia bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisiologis isolate yang terkoleksi. Diinokulasikan 1 ose bakteri ke dalam media MR-VP, indol, laktosa, dan sorbitol dengan cara dicelup sedangkan untuk *simmon's citrate*, TSIA, dan urease agar diinokulasikan dengan cara ditusuk dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37⁰C. Saat pengamatan uji MR ditambahkan reagent *methyl – red*, uji VP ditambahkan reagent *barritt's (A&B)* dan untuk uji indol ditambahkan reagent *kovac's* dan didiamkan selama beberapa menit untuk dicatat perubahan warna pada medium (Zimbro *et al.*, 2009).

Tahap Konfirmasi Biochemical Test dengan API 20 E

Bakteri terduga dari uji biokimia diremajakan kedalam media BHIA selama 18 – 24 jam kemudian dinokulasikan 1 ose kedalam medium garam fisiologis yaitu 0,85% NaCl (5 mL) dan divortex selama 1 menit hingga homogen serta disetarakan kekeruhan dengan MacFarland 0,5. Kemudian dimasukkan ke dalam microtubes CIT, GEL, VP test hingga penuh. Sedangkan untuk microtubes ADH, ODC, H₂S, dan URE diisi setengah tube dan ditambahkan mineral oil bertujuan menciptakan kondisi *anaerobic*. Setelah itu di inkubasi selama 18 – 24 jam pada suhu 37⁰C. Pegamatan dilakukan dengan menambahkan 1 tetes reagen TDA, IND, VP 1 & VP 2, dan NIT 1 & NIT untuk GLU test. Hasil pengujian dapat dicatat dan diolah menggunakan APIWEB (Budiarso *et al*, 2016).

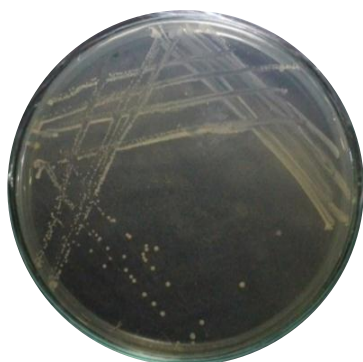
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi cemaran bakteri patogen pada produk olahan tahu yang dimungkinkan masih terdapat dalam jajanan tahu. Produk jajanan

tahu yang digunakan sejumlah limabelas sampel yang diperoleh dari lima macam jenis (tahu bacem, tahu isi sayur, tahu telur, tahu bakso dan tahu walik) dengan masing – masing sebanyak tiga sampel dari tempat PKL, warung burjo, pasar tradisional, dan angkringan di kota Yogyakarta. Proses isolasi digunakan medium selektif CCA dengan metode *spread plate*. Medium CCA merupakan medium pertumbuhan berbagai koloni bakteri yang dibedakan atas tipikal warna yang dihasilkan. Medium CCA mengandung dua substrat yang dikenal sebagai *red salmon β-D-Gal and X-β-D glucuronide*. Beberapa bakteri hanya mempunyai enzim yang dikenal sebagai β-D-galactosidase yang hanya mampu memecah substrat *Red salmon β-D-Gal* sehingga menghasilkan warna koloni bakteri merah seperti (*Citrobacter, Enterobacter dan Klebsiella*) dan beberapa bakteri hanya memiliki enzim β – Glucuronidase yang mengekspresikan warna koloni biru terang seperti bakteri (*Shigella, Salmonella, dan Yersinia*) sedangkan *E.coli* memiliki enzim β-D-galactosidase dan β-D-glucuronidase yang mampu memecah dua substrate yang terdapat pada medium CCA sehingga menghasilkan warna koloni biru gelap ataupun violet. Akan tetapi jika bakteri *E. coli* mampu memecah substrat β-Gal Magenta dengan bantuan enzim β-D-galactosidase dan memecah substrat X-glucuronide dengan bantuan enzim β – Glucuronidase akan menghasilkan warna koloni biru kehijauan. Spesies bakteri koliform yang lain hanya memiliki enzim β – Galactosidase yang akan mengekspresikan warna koloni pink. Disisi lain spesies bakteri yang tidak memiliki dua enzim tersebut tidak mampu memecah dua substrat di CCA sehingga mengekspresikan warna koloni putih seperti bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (Antunes *et al.*, 2018;Naratama & Santoso, 2020).

Dari berbagai koloni yang didapatkan di media CCA seperti biru gelap, merah, biru terang, putih dan kuning kemudian dilanjutkan dengan pemurnian dengan medium selektif CCA untuk koloni (biru gelap dan merah) serta medium SSA untuk koloni (putih dan biru terang) dengan menggunakan metode *strike plate* 4 – 6 gradien secara berulang untuk mendapatkan koloni tunggal dan satu warna koloni. Medium SSA merupakan medium untuk isolasi bakteri terduga spesies *Shigella*

dan *Salmonella*. Spesies *Salmonella* memiliki kemampuan untuk tumbuh di senyawa *sodium Thiosulfate* dan *Ferric Citrate*. Dua senyawa tersebut digunakan bakteri tersebut untuk mendeteksi keberadaan gas H₂S yang ditandai dengan munculnya *black center* ditengah yang dikelilingi sedikit warna transparan di medium SSA. Sedangkan *Shigella* di medium SSA akan menghasilkan warna koloni putih pucat hingga putih susu dikarenakan ketidakmampuan untuk menghasilkan gas H₂S (Yanestria et al., 2019;Rokeya Ahmed, 2019). Hasil dari pemurnian ditampilkan pada Gambar 1. total isolat yang telah terkoleksi sebanyak 26 isolat dari 15 sampel produk jajanan tahu yang berasal dari koloni yang berwarna merah muda, biru gelap, biru terang, putih dan kuning dari medium selektif CCA.



Gambar 1. hasil pemurnian koloni putih kekuningan

Pada tahapan setelah didapatkan koloni tunggal dari medium CCA sebanyak 26 isolat pada BHIA dilanjutkan dengan pengujian fisiologis bakteri dengan seleksi biokimia yang terdiri atas uji IMVIC, TSIA, laktosa dan D – sorbitol. Hasil uji biokimia disajikan pada gambar 2. untuk warna koloni kuning.



Gambar 2. Uji biokimia untuk sifat fisiologis isolat *Edwardsiella Ictaluri*

Dari hasil uji biokimia pada isolat S4TTKN didapatkan terduga koloni bakteri sebagai *Edwardsiella Ictaluri*. asil uji biokimia menunjukkan hasil uji indol tidak membentuk cincin merah yang dapat diartikan tidak

terdapat ikatan senyawa indol dengan gugus aldehida. Uji MR menunjukkan hasil tidak terbentuknya warna merah pekat pada larutan sehingga bakteri tersebut tidak mampu menggunakan jalur fermentasi campuran asam untuk metabolisme glukosa dan membentuk produk akhir berupa asam laktat, asetat dan format. Uji VP menunjukkan tidak ada perubahan warna pada larutan dapat dikatakan bakteri tersebut tidak memproduksi senyawa aseton(zat yang dihasilkan dari fermentasi butil glikol). Hasil positif ditandai dengan perubahan warna merah yang dihasilkan dari reaksi antara udara dan KOH menyebabkan aseton teroksidasi menjadi *diacetyl*. Uji sitrat menunjukkan hasil medium hijau dikarenakan bakteri tersebut tidak mampu memproduksi senyawa ammonia untuk menciptakan kondisi lingkungan basa dengan bantuan bromotimol menjadi warna biru pekat. Beberapa organisme memanfaatkan ammonium anorganik sebagai satu – satunya sumber nitrogen dan juga memanfaatkan sitrat dalam perantara siklus krebs. Medium TSI merupakan uji untuk membedakan bakteri basil gram negatif berdasarkan fermentasi karbohidrat yang dihasilkan untuk membebaskan senyawa H₂S.

Dari hasil uji menunjukkan warna *slant* kuning yang diartikan sebagai bakteri tersebut mampu memfermentasikan laktosa, sukrosa, dan glukosa. Gas akan terbentuk ditandai dengan terbentukkan retakan pada *butt* dan endapan hitam pada *butt* sebagai indikasi terbentuknya H₂S (Tang & Stratton, 2018).

Medium laktosa dan D-sorbitol berfungsi sebagai pendeteksi kemampuan bakteri untuk memfermentasi gula dalam kondisi basa, uji laktosa didapatkan hasil positif ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning-oranye sebagai penanda mampu memproduksi asam sedangkan uji sorbitol negative dapat diartikan bakteri tersebut tidak mampu memproduksi asam (Vashit Hemraj et al., 2013)

Dari hasil pengujian biokimia dan identifikasi bakteri terduga didapatkan persebaran koloni biru gelap, merah, biru terang, kuning dan putih yang berasal dari genus *Escherichia sp.*, *Edwardsiella sp.*, *Providencia sp.*, *Moellerella sp.*, *Buttiauxella sp.*, *Citrobacter rodentium sp.*, *Cedecea sp.*, *Yokenella sp.*, dan *Yersinia sp.*

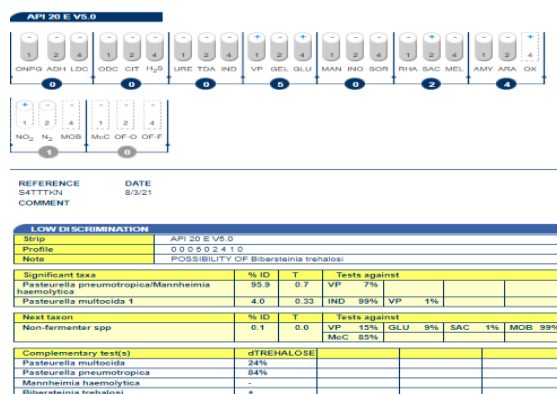
DETEKSI BAKTERI ENTEROPATOGEN“...”(SAFRIANA NATA WIJAYA, ET AL.)

Dari identifikasi terduga bakteri secara fisiologis melalui uji biokimia belum bisa dikatakan akurat sehingga diperlukan pengujian lebih lanjut yaitu dengan menggunakan kit API 20 E. Pengujian dengan kit API merupakan cara termudah untuk mengidentifikasi bakteri

dengan hasil yang akurat (Carson *et al.*, 2001). Dari pengujian biokimia dan identifikasi terduga diperoleh 26 isolat, kemudian diambil perwakilan isolat dengan terduga genus bakteri untuk diuji API 20E. Hasil ID% similaritas bakteri API 20E ditampilkan pada **Gambar 4**.

Tabel 3. Hasil pengujian biokimia dan identifikasi terduga bakteri dengan referensi *bergey’s manual*

Kode Isolat	SIM tests	MR Test	VP Tests	Citrate Test	TSIA				Sorbitol Test	Lactose Test	Terduga Bakteri
					Slant	Butt	Gas	H ₂ S			
S1TBKN	-	+	-	+	A	-	-	-	-	-	<i>Yokenella regensburgei</i>
S10TISKN	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	<i>Yersinia pestis</i>
S11TISKN	-	-	-	+	Alk	-	-	-	+	-	<i>Cedecea species 5</i>
S5TTMM	-	-	-	+	Alk	-	-	-	+	-	<i>Cedecea species 5</i>
S2TBP	-	+	-	-	A	-	-	-	+	+	<i>Citrobacter rodentium</i>
S5TTBT	-	+	-	-	A	A	-	-	+	+	<i>Citrobacter rodentium</i>
S1TBM	-	+	-	-	A	A	-	-	-	+	<i>Buttiauxella izardi</i>
S4TTBT	-	+	-	-	A	A	-	-	-	+	<i>Buttiauxella izardi</i>
S12TISBT	-	+	-	-	A	A	-	-	-	+	<i>Buttiauxella izardi</i>
S12TISBG	-	+	-	-	A	A	-	-	-	+	<i>Buttiauxella izardi</i>
TWDBG	-	+	-	-	A	-	-	-	-	+	<i>Buttiauxella izardi</i>
S5TTP	-	+	-	-	A	A	-	-	-	+	<i>Buttiauxella izardi</i>
S6TBMU	-	-	-	-	A	-	-	-	-	+	<i>Moellerella wisconsensis</i>
S6TBMU	-	-	-	-	A	-	-	-	-	+	<i>Moellerella wisconsensis</i>
S6TBP	-	+	-	-	A	A	-	-	-	-	<i>Providencia heimbachae</i>
S3TTBT	-	+	-	-	A	A	-	-	-	-	<i>Providencia heimbachae</i>
TWBBT	-	+	-	-	A	A	-	-	-	-	<i>Providencia heimbachae</i>
TWPBT	-	+	-	-	Alk	Alk	-	-	-	-	<i>Providencia heimbachae</i>
S8TBCP	-	+	+	-	A	A	-	-	-	-	<i>Providencia heimbachae</i>
S10TISP	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Providencia heimbachae</i>
S3TTP	-	-	-	-	Alk	Alk	-	-	-	-	<i>Edwardsiella Ictaluri</i>
S4TTKN	-	-	-	-	A	-	-	-	-	+	<i>Edwardsiella Ictaluri</i>
S4TTMM	-	-	-	-	A	A	-	-	+	+	<i>Escherichia coli</i>
S7TBCP	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	<i>Escherichia coli</i>
S8TBCBG	+	+	-	-	A	A	-	-	+	+	<i>Escherichia coli</i>
S9TBCM	+	-	-	-	A	-	-	-	+	+	<i>Escherichia coli</i>



Gambar 4. Kode isolat S4TTKN teridentifikasi sebagai bakteri *Pasteurella pneumotropica/ Mannheimia haemolytica* pada API 20E



Gambar 5. Hasil API 20 E (S4TTKN)

Hasil dari identifikasi menggunakan API 20E dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **5** dengan terdeteksi bakteri sebagai *Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica* ditunjukkan dengan hasil medium ONPG negatif dapat diartikan sebagai bakteri tersebut tidak memiliki enzim permease dan enzim β – galactosidase untuk memfermentasi laktosa sehingga menyebabkan tidak terhidrolisis senyawa ONPG untuk menghasilkan warna kuning. Pada uji NO₂ didapatkan hasil positif ditandai dengan perubahan warna merah pada bagian GLU setelah ditambahkan reagen nitrite (A dan B) yang diartikan sebagai bakteri tersebut dapat mengolah oksigen dari nitrat untuk membentuk nitrit (Tang & Stratton, 2018).

Untuk Uji VP didapatkan hasil positif akan tetapi untuk genus *Pasteurellaceae* seharusnya didapatkan hasil negatif dikarenakan bakteri tersebut tidak mampu memproduksi aseton. Hal tersebut bisa terjadi akibat dari waktu inkubasi yang kurang lama. Kemudian untuk uji yang lain hasil yang

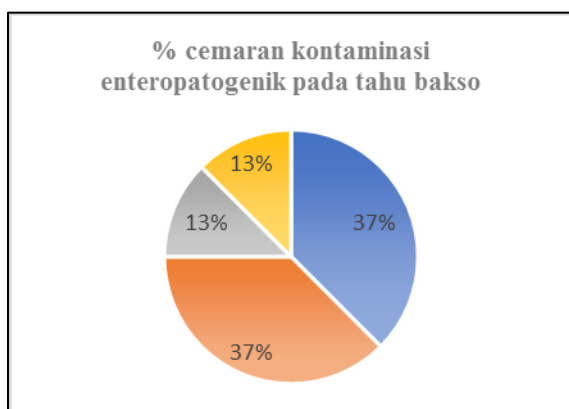
didapatkan sudah sesuai dengan karakteristik fisiologis biokimia dari spesies *Pasteurella pneumotropica* / *Mannheimia haemolytica* hal ini sesuai dengan penelitian (Ahmed *et al.*, 2017;Umar *et al.*, 2018)[19]. Bakteri terduga dari uji biokimia bisa berbeda dengan API 20E dikarenakan untuk biokimia hanya menggunakan 7 biokimia sedangkan API 20E ada 20 uji biokimia sehingga didapatkan tingkat similaritas dengan bakteri teridentifikasi lebih besar dan akurat.

Hasil dari pengujian API 20E yang telah dilakukan disajikan pada **Gambar 6.** dan dapat

disampaikan bahwa bakteri terduga koloni merah muda, biru gelap, biru terang, putih dan kuning berasal dari *Pasteurella pneumotropica* /*Mannheimia haemolytica*, *Aeromonas hydrophila* / *caviae/sobria*, *Yersinia pestis*, *Enterobacter cloacae*, *Yersinia enterocolitica*, dan *Grimontia hollisae*. Tingkat cemaran paling tinggi terdapat pada sampel tahu bakso yang terdiri atas 4 bakteri patogen meliputi *Pasteurella pneumotropica* / *Mannheimia haemolytica* (37%), *Aeromonas hydrophila /caviae/sobria* (37%), *Yersinia pestis* (13%), dan *Enterobacter cloacae* (13%) yang dapat dilihat pada diagram pie **Gambar 7.**

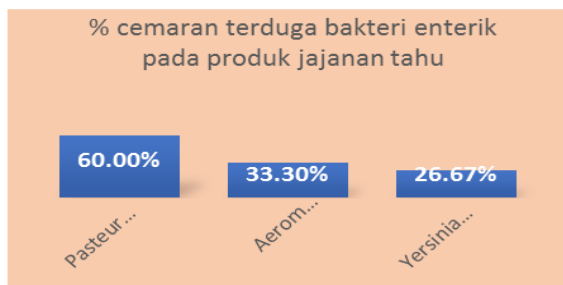
Tabel 6. profil persebaran cemaran bakteri terduga enteropatogenik yang diuji dengan API 20E pada produk jajanan tahu.

	Asal Sample	Jumlah sampel	Jenis Spesies Bakteri yang Terisolasi dan Teridentifikasi secara API 20 E			% Cemaran
			Kode Isolat	Spesies Teridentifikasi	% ID	
S2	Tahu Bakso	15	S2TBP	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	97,5%	60%
S1			S1TBKN	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	95,9%	
S4	Tahu Isi Telur	15	S4TTKN	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	95,9%	60%
S13	Tahu Walik	15	TWBBT	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	99,3%	60%
S6	Tahu Bakso	15	S6TBP	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	99,3%	60%
S8	Tahu Bacem	15	S8TBCP	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	99,3%	60%
S3	Tahu Isi Telur	15	S3TTP	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	95,9%	60%
S10	Tahu Isi Sayur	15	S10TISP	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	99,3%	60%
S14	Tahu Walik	15	TWPBT	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	99,3%	60%
S3	Tahu Isi Telur	15	S3TTBT	<i>Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica</i>	95,9%	60%
S12	Tahu Isi Sayur	15	S12TISBT	<i>Aeromonas hydrophila /caviae/sobria</i>	77,3%	33,3%
S5	Tahu Isi Telur	15	S5TTBT	<i>Aeromonas hydrophila /caviae/sobria</i>	77,3%	33,3%
S15	Tahu Walik	15	TWDBG	<i>Aeromonas hydrophila /caviae/sobria</i>	77,3%	33,3%
S12	Tahu Isi Sayur	15	S12TISBG	<i>Aeromonas hydrophila /caviae/sobria</i>	77,3%	33,3%
S1	Tahu Bakso	15	S1TBM	<i>Aeromonas hydrophila /caviae/sobria</i>	77,3%	33,3%
S5	Tahu Isi Telur	15	S5TTP	<i>Aeromonas hydrophila /caviae/sobria</i>	77,3%	33,3%
S4	Tahu Isi Telur	15	S4TTBT	<i>Aeromonas hydrophila /caviae/sobria</i>	77,3%	33,3%
S8	Tahu Bacem	15	S8TBCBG	<i>Yersinia pestis</i>	82%	26,67%
S9	Tahu Bacem	15	S9TBCM	<i>Yersinia pestis</i>	82%	26,67%
S7	Tahu Bacem	15	S7TBCM	<i>Yersinia pestis</i>	82%	26,67%
S4	Tahu Isi Telur	15	S4TTMM	<i>Yersinia pestis</i>	82%	26,67%
S5	Tahu Isi Telur	15	S5TTMM	<i>Enterobacter cloacae</i>	97%	13,3%
S11	Tahu Isi Sayur	15	S11TISKN	<i>Enterobacter cloacae</i>	97%	13,3%
S6	Tahu Bakso	15	S6TBMM	<i>Yersinia enterocolitica</i>	95,4%	6,67%
S6	Tahu Bakso	15	S6TBMU	<i>Yersinia enterocolitica</i>	95,4%	6,67%
S10	Tahu Isi Sayur	15	S10TISKN	<i>Grimontia hollisae</i>	72,4%	6,67%



Gambar 7. Cemaran kontaminasi enteropatogenik pada sampel tahu bakso

Melalui pengujian menggunakan API 20E pada produk jajanan tahu diperoleh tingkatan cemaran bakteri patogen sebagai berikut: *Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica* sebesar 60%, *Aeromonas hydrophila /caviae/sobria* sebesar 33,3%, *Yersinia pestis* sebesar 26,7%, *Enterobacter cloacae* sebesar 13,33%, *Yersinia enterocolitica* sebesar 6,67%, dan *Grimontia hollisae* sebesar 6,67%. Cemaran bakteri dapat berasal dari proses produksi, pengolahan, hingga penyajian menjadi makanan *ready to eat*. Hal tersebut bisa berasal dari sumber sanitasi serta higienitas pekerja yang tidak baik.



Gambar 8. Diagram pie % cemarannya terduga bakteri enteropatogenik pada produk jajanan tahu

Bahan baku utama dari pembuatan tahu yaitu kedelai memiliki kadar protein sebesar 8 % yang menjadi media pertumbuhan yang baik bagi bakteri[4]. Kelompok *pasteurellaceae* merupakan spesies bakteri patogen yang umum menyebabkan infeksi pernafasan pada manusia dan hewan ternak. Salah satu spesies yang umum menjadi penyebab infeksi sistem pernafasan adalah *Pasteurella pneumotropica* dan *Mannheimia haemolytica* yang membedakan dari kedua jenis spesies tersebut adalah kemampuan untuk menghemolisis darah (Public Health England, 2015;Tabatabaei & Abdollahi, 2018).

Kontaminasi bakteri tersebut pada produk makanan diduga berasal dari hewan yang sudah terinfeksi yang kemudian diolah menjadi produk makanan, disamping itu juga dimungkinkan berasal dari air yang sudah terkontaminasi dan dikonsumsi oleh hewan yang terinfeksi bakteri tersebut kemudian digunakan oleh manusia untuk mengolah produk makanan (Ali *et al.*, 2015). Hal tersebut memungkinkan pada produk jajanan tahu terdapat kontaminasi bakteri patogen yang bisa berasal dari sumber air saat pengolahan, daging yang digunakan pada tahu bakso, sayuran yang digunakan pada tahu isi sayur dan telur yang digunakan pada tahu isi telur(Bhunia, 2018).

Produk makanan yang sudah terkontaminasi bakteri patogen akan mengakibatkan *foodborne illness* jika dikonsumsi oleh manusia dan melebihi batas maksimal dalam tubuh.

Kasus penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Pasteurella sp.* antara lain seperti pneumonia, bronkiektasis, hingga infeksi saluran kemih (Ahmed *et al.*, 2017)

Bakteri *Aeromonas sp.* menyebabkan penyakit seperti diare akut, disentri, hingga *disgestic tract disorder* (ElBalat *et al.*, 2014). Kasus penyakit yang disebabkan oleh *Yersinia sp.* sangat beragam seperti kasus yang dilaporkan oleh *Disease Control and Prevention (CDC)* di US sebanyak 97000 kasus penyakit yang disebabkan oleh infeksi spesies *Yersinia enterocolitica* dengan 533 orang dirawat di rumah sakit dan 29 diantaranya mengalami kematian. (Bhunia, 2018).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa bakteri enteropatogenik masih ditemukan pada produk olahan tahu. Bakteri yang ditemukan antara lain *Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica* sebesar, *Aeromonas hydrophila /caviae/sobria*, *Yersinia pestis*, *Enterobacter cloacae*, *Yersinia enterocolitica* dan *Grimontia hollisae*. Tingkat cemarannya bakteri patogen yang dominan pada produk jajanan tahu antara lain *Pasteurella pneumotropica/Mannheimia haemolytica* sebesar 60%, *Aeromonas hydrophila /caviae/sobria* sebesar 33,3%, *Yersinia pestis* sebesar 26,7%, dan *Enterobacter cloacae* sebesar 13,33%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas dukungan dana yang diberikan dari kontrak pendanaan penelitian No. 066/E4.1/AK.04.PT/2021;3278.5/LL5/PG/2021 , dan 266/D.01/LPPM/2021 a/n. Tri Yahya Budiarso. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh anggota Laboratorium Mikrobiologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, W. A., Mohammed, R. J., & Khalaf, I. A. (2017). Molecular and Phenotypic Characterization of *Mannheimia haemolytica*; Isolated from Goats in Baghdad Province. *Advances in Microbiology*, 07(04), 304–314.

- Ali, A., Siddique, N., Abbas, M. A., Ghafar, A., Rafique, S., Ali, R., Memon, A. U. R., & Naeem, K. (2015). Role of *Mannheimia* (*Pasteurella*) *haemolytica* in severe respiratory tract infection in commercial poultry in Pakistan. *Pakistan Veterinary Journal*, 35(3), 279–282.
- Antunes, G. d. A., Gandra, J. A. C. D., Moreira, E. A., Machado, W. C. S., Magalhães, S. da S. G., Xavier, M. A. de S., & Xavier, A. R. E. de O. (2018). Chromocult Coliform agar and duplex PCR assays as methodologies for tracking *Escherichia coli* K12 in industrial biotechnological processes. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(3), 126–132.
- Bhunia, A. K. (2018). Foodborne microbial pathogens: Mechanisms and pathogenesis. In *Foodborne Microbial Pathogens: Mechanisms and Pathogenesis*.
- BPOM. (2016). PerKa BPOM no 21 tahun 2016. *Kategori Pangan Indonesia*, 1–28.
- Carson, J., Wagner, T., Wilson, T., & Donachie, L. (2001). Miniaturized tests for computer-assisted identification of motile *Aeromonas* species with an improved probability matrix. *Journal of Applied Microbiology*, 90(2), 190–200.
- Corry, J. E. L. (2011). Handbook of Culture Media for Food and Water Microbiology. In *Handbook of Culture Media for Food and Water Microbiology*.
- Dewanti-Hariyadi, R., & Gitapratwi, D. (2014). Foodborne Diseases: Prevalence of Foodborne Diseases in South East and Central Asia. In *Encyclopedia of Food Safety* (Vol. 1). Elsevier Ltd.
- ElBalat, N., AbdElAal, S., Ayoub, M., & Elsayed, M. (2014). Enumeration and Characterization of *Aeromonas* spp. Isolated from Milk and Some Dairy Products in Sharkia Governorate, Egypt. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 40(1), 52.
- Kemenkes, R. (2018). *Tabel Komposisi*.
- Mailia, R. (2015). Ketahanan Panas Cemarannya *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* dan Bakteri Spora yang Diisolasi dari Proses Pembuatan Tahu di Sudagaran Yogyakarta. *Agritech*, 35(3).
- Naratama, M. R., & Santoso, I. (2020). Non-fecal and fecal coliform tests of ready-to-eat food and drinks using fluorogenic and chromogenic media. *Journal of Physics: Conference Series*, 1442(1).
- Public Health England. (2015). UK Standards for Microbiology Investigations, Identification of *Streptococcus* species, *Enterococcus* species and Morphologically Similar Organisms. *Bacteriology*, B 55(5.2), 1–21.
- Rokeya Ahmed, M. A. R. (2019). Isolation, Identification and Antibiotic Sensitivity Pattern of *Salmonella* spp from Locally Isolated Egg Samples. *American Journal of Pure and Applied Biosciences*, 1(1), 1–11.
- Tabatabaei, M., & Abdollahi, F. (2018). Isolation and identification of *Mannheimia haemolytica* by culture and polymerase chain reaction from sheep's pulmonary samples in Shiraz, Iran. *Veterinary World*, 11(5), 636–641.
- Tang, Y. W., & Stratton, C. W. (2018). Advanced techniques in diagnostic microbiology. In *Advanced Techniques in Diagnostic Microbiology* (Vol. 2).
- Tri Yahya, B. (2016). Isolasi dan Identifikasi *Enterobacter sakazakii* pada Susu Mentah dan Produk Susu Segar di Daerah Istimewa Yogyakarta Isolation and Identification of *Enterobacter sakazakii* in Raw Milk and Fresh Dairy Products in the Special Region of Yogyakarta. *Sains Veteriner*, 34(2), 243–250.
- Umar, S. (2018). Isolation of *Mannheimia haemolytica* from Layer Hens Showing Respiratory Signs. *Pakistan Veterinary Journal*, 38(01), 66–70.
- Vashit Hemraj, Sharma Diksa, G. A. (2013). Mixed membership subspace clustering. *A Review On Commonly Used Biochemical Test For Bacteria*, 1(1), 221–230.
- Verawati, N., Aida, N., & Aufa, R. (2019). Analisa Mikrobiologi Cemarannya Bakteri Coliform Dan *Salmonella* Sp Pada Tahu Di Kecamatan Delta Pawan. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 6(1), 61.
- WHO. (2016). Food-borne diseases. In *SEARO Library* (Issue 3).

- Winoto, A., & Budiani, S. R. (2016). Kajian Karakteristik dan Faktor Pemilihan Lokasi Pedagang Kaki Lima di Kota Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(1), 0–10.
- Yanestria, S. M., Rahmaniar, R. P., Wibisono, F. J., & Effendi, M. H. (2019). Detection of *invA* gene of Salmonella from milkfish (*Chanos chanos*) at Sidoarjo wet fish market, Indonesia, using polymerase chain reaction technique. *Veterinary World*, 12(1), 170–175.
- Zimbro, M. J., Power, D. A., Miller, S. M., Wilson, G. E., & Johnson, J. A. (2009). Difco & BBL Manual: Manual of Microbiological Culture Media. In *Citeseer*. [https://doi.org/10.1002/1521-3773\(20010316\)40:6<9823::AID-ANIE9823>3.3.CO](https://doi.org/10.1002/1521-3773(20010316)40:6<9823::AID-ANIE9823>3.3.CO);