

Deteksi Mikrobia Kontaminan pada Produk Roti untuk Meningkatkan Keamanan Pangan

Skripsi



**Evelyn Ferdian
31140004**

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2018**

Deteksi Mikrobial Kontaminan pada Produk Roti untuk Meningkatkan Keamanan Pangan

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana**



**Evelyn Ferdian
31140004**

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2018**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Evelyn Ferdian

NIM : 31140004

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Deteksi Mikrobia Kontaminan pada Produk Roti untuk Meningkatkan Keamanan Pangan”

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 25 Mei 2018



Evelyn Ferdian

31140004

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

DETEKSI MIKROBIA KONTAMINAN PADA PRODUK ROTI UNTUK MENINGKATKAN KEAMANAN PANGAN

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

EVELYN FERDIAN

31140004



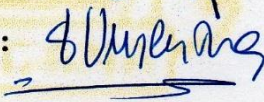
dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar


Sarjana Sains pada tanggal 25 Mei 2018

| Nama Dosen | Tanda Tangan |
|--|--|
| 1. Prof. drh. Widya Asmara, SU., Ph.D (Dosen Penguji / Ketua Tim) |  |
| 2. Tri Yahya Budiarto, S.Si. MP. (Dosen Pembimbing I / Dosen Penguji) |  |
| 3. Dr. Charis Amarantini, M.Si (Dosen Pembimbing II / Dosen Penguji) |  |

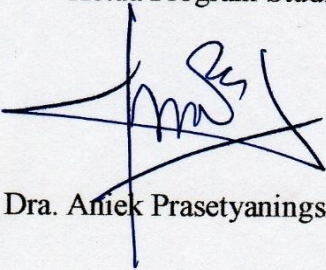
Yogyakarta, 25 Mei 2018

Disahkan Oleh:

Dekan,


Dr. Kisworo, M.Sc

Ketua Program Studi,


Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas hikmat dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik mulai dari penelitian hingga penulisannya. Skripsi dengan judul “**Deteksi Mikrobia Kontaminan pada Produk Roti untuk Meningkatkan Keamanan Pangan**” ini ditulis sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains (S.Si).

Selama proses penelitian hingga penyusunan naskah skripsi, penulis telah menerima banyak bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak baik secara material maupun non-material, sehingga penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. **Tuhan Yesus Kristus** atas berkat, hikmat, dan penyertaanNya hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan baik.
2. Keluarga penulis, **Bapak Stefen Ferdian, Ibu Vonny Verliani dan Vania Feliciani Ferdian** yang selalu memberikan doa, kasih, dan dukungan dalam bentuk materi maupun non materi kepada penulis hingga saat ini.
3. **Prof. drh. Widya Asmara, SU. , Ph.D**, selaku Dosen Penguji dan Ketua tim penguji atas waktu dan kesediaannya untuk menjadi penguji pada ujian skripsi.
4. **Tri Yahya Budiarmo, S.Si, M.P**, selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Penguji atas bimbingan, dukungan, waktu, dan semua bentuk bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama penulis menyelesaikan penelitian skripsi ini.
5. **Dr. Charis Amarantini, M.Si**, selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Penguji atas bimbingan, dukungan, waktu, dan bantuan lain yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian skripsi ini.
6. **Yoshias Gorgha Santoso**, yang selalu menyemangati dan menemani penulis selama penelitian maupun penulisan naskah.
7. **Hari Surahmanto** dan **Dewi Andini**, selaku laboran yang telah membantu penulis selama penelitian di Laboratorium Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.
8. Sahabat, serta teman-teman Bioteknologi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas dukungan dan bantuan yang diberikan selama penulis melakukan penelitian skripsi ini.

Demikian naskah skripsi ini disusun, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan naskah skripsi ini sehingga penulis menghargai masukan, kritik, maupun saran, dan semoganaskah skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 25 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| JUDUL..... | i |
| LEMBAR PERNYATAAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR..... | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| ABSTRAK..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.4. Manfaat Penelitian..... | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1. Roti: Definisi, Bahan Baku, dan Proses Pembuatan..... | 3 |
| 2.2. Sumber Kontaminan | 4 |
| 2.3. Jenis Kontaminan | 4 |
| 2.3.1. <i>Rhizopus</i> sp..... | 4 |
| 2.3.2. <i>Aspergillus</i> sp..... | 4 |
| 2.3.3. <i>Penicillium</i> sp..... | 5 |
| 2.3.4. <i>Bacillus</i> sp..... | 5 |
| 2.3.5. <i>Staphylococcus</i> sp..... | 5 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 7 |
| 3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian..... | 7 |
| 3.2. Alat | 7 |
| 3.3. Bahan..... | 7 |
| 3.4. Cara Kerja..... | 7 |
| 3.4.1. Pengambilan sampel..... | 8 |
| 3.4.2. Pengamatan kerusakan roti oleh jamur kontaminan..... | 8 |
| 3.4.3. Isolasi dan Identifikasi Jamur..... | 9 |
| 3.4.4. Isolasi dan Identifikasi Bakteri..... | 9 |
| 3.4.5. Deteksi Gen <i>nuc</i> pada Isolat <i>Staphylococcus aureus</i> | 9 |
| 3.4.6. Deteksi Gen <i>sea</i> pada Isolat <i>Staphylococcus</i> sp..... | 9 |
| 3.4.7. Deteksi Gen <i>hbl</i> dan <i>nhe</i> pada Isolat <i>Bacillus</i> sp..... | 10 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 11 |
| 4.1. Deteksi Mikrobial Kontaminan pada Produk Roti | 11 |
| 4.2. Identifikasi Bakteri Kontaminan pada Produk Roti | 13 |
| 4.2.1. Uji Pengecatan Gram..... | 13 |
| 4.2.2. Uji Pengecatan Endospora..... | 14 |
| 4.2.3. Uji Motilitas..... | 14 |
| 4.2.4. Hasil Isolasi dan Uji Biokimiawi | 15 |
| 4.2.5. Uji Konfirmasi Isolat Terduga <i>Staphylococcus</i> | 16 |
| 4.2.6. Uji Molekuler | 17 |
| 4.3. Identifikasi Jamur Kontaminan pada Produk Roti | 18 |
| 4.4. Pembahasan | 20 |
| BAB V PENUTUP | 22 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 22 |
| 5.2. Saran | 22 |

| | |
|---------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA..... | 23 |
| LAMPIRAN | 25 |

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Kapang <i>Rhizopus</i> sp..... | 5 |
| Gambar 2. Kapang <i>Aspergillus</i> sp. | 5 |
| Gambar 3. Kapang <i>Penicillium</i> sp. | 5 |
| Gambar 4. Bakteri <i>Bacillus</i> sp..... | 6 |
| Gambar 5. Bakteri <i>Staphylococcus</i> sp. | 6 |
| Gambar 6. Tahapan penelitian “Deteksi Mikrobial Kontaminan pada Produk Roti untuk Meningkatkan Keamanan Pangan” | 8 |
| Gambar 7. Koloni bakteri yang tumbuh pada medium MSA..... | 12 |
| Gambar 8. Koloni bakteri yang tumbuh pada medium BPA..... | 12 |
| Gambar 9. Koloni bakteri yang tumbuh pada medium NA..... | 12 |
| Gambar 10. Koloni bakteri yang tumbuh pada medium MYP..... | 13 |
| Gambar 11. Jamur yang tumbuh pada roti | 13 |
| Gambar 12. Koloni bakteri ungu berbentuk batang | 14 |
| Gambar 13. Koloni bakteri ungu berbentuk bulat | 14 |
| Gambar 14. Hasil uji pengecatan endospora <i>Bacillus</i> sp..... | 14 |
| Gambar 15. Hasil uji motilitas <i>Bacillus</i> sp. pada medium NA semi solid..... | 14 |
| Gambar 16. Hasil uji API terhadap isolat terduga <i>Staphylococcus</i> | 17 |
| Gambar 17. Hasil PCR deteksi gen <i>nuc</i> dan <i>sea</i> isolat terduga <i>Staphylococcus aureus</i> S.2.1..... | 18 |
| Gambar 18. Hasil PCR deteksi gen <i>nhe</i> dan <i>hbl</i> isolat terduga <i>Bacillus subtilis</i> B.5.1..... | 18 |
| Gambar 19. Koloni <i>Aspergillus niger</i> pada MEA | 19 |
| Gambar 20. Koloni <i>Aspergillus flavus</i> pada MEA | 19 |
| Gambar 21. <i>Aspergillus niger</i> dibawah mikroskop..... | 19 |
| Gambar 22. <i>Aspergillus flavus</i> dibawah mikroskop..... | 19 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Tahapan isolasi bakteri | 26 |
| Lampiran 2. Tahapan isolasi DNA..... | 27 |
| Lampiran 3. Tabel perhitungan koloni <i>Staphylococcus</i> sp. pada medium MSA | 29 |
| Lampiran 4. Tahapan uji konfirmasi API Staph..... | 30 |
| Lampiran 5. Hasil uji konfirmasi API Staph pada ApiWeb™ | 31 |
| Lampiran 6. Kartu konsultasi | 32 |

©UKDWN

Deteksi Mikrobial Kontaminan pada Produk Roti untuk Meningkatkan Keamanan Pangan

EVELYN FERDIAN

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

ABSTRAK

Roti adalah makanan siap saji yang memiliki angka konsumsi yang tinggi, di sisi lain, roti mudah mengalami kerusakan terutama oleh bakteri dan jamur yang dapat mengganggu kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi adanya mikrobial kontaminan pada roti. Sampel roti sebanyak 10 buah diperoleh dari warung, pasar dan beberapa kantin sekolah yang ada di kota Yogyakarta. Enumerasi bakteri dilakukan menggunakan media *Nutrient Agar*, *Mannitol Yolk Polymyxin*, *Mannitol Salt Agar*, dan *Baird Parker Agar*, sedangkan jamur ditumbuhkan pada media *Malts Extract Agar* pada cawan petri. Koloni bakteri dipisahkan menjadi isolat tunggal untuk diseleksi melalui beberapa uji biokimiawi kemudian dikonfirmasi menggunakan API Staph dan diuji molekuler dengan gen penanda *nuc*, *sea*, *nhe*, dan *hbl* menggunakan PCR. Isolat jamur diidentifikasi secara makromorfologi melalui pengamatan bentuk koloni dan mikromorfologi melalui pengamatan sel dengan teknik *slide culture*. Jenis bakteri yang ditemukan pada sampel yaitu *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* (teridentifikasi API 52,8%, 97,7%, dan 97,7%), *Staphylococcus epidermidis* (teridentifikasi API 97,9%), dan *Staphylococcus saprophyticus* (teridentifikasi API 72,2% dan 61,8%). Isolat terduga *S. aureus* dengan persentase ID 52,8% terdeteksi memiliki gen *sea* tetapi tidak memiliki gen *nuc*. Isolat terduga *B. subtilis* terdeteksi memiliki gen *nhe* dan *hbl*. Jenis jamur yang ditemukan pada sampel yaitu *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger*.

Kata Kunci: Bakteri, Identifikasi, Jamur, Kontaminasi, Roti.

Detection of Microbial Contaminant in Bakery Products to Improve Food Safety

EVELYN FERDIAN

ABSTRACT

Bread is a fast food that have high consumption number, on the other hand, bread easily decay mainly by bacteria and fungi that may cause health problem. The aim of this research is to detect and identify microbial contaminant in bread. Ten bread samples were obtained from small shop, traditional market and some school canteen in Yogyakarta. Bacterial enumeration was done using Nutrient Agar, Mannitol Yolk Polymyxin, Mannitol Salt Agar, and Baird Parker Agar, while fungi were grown on Malts Extract Agar in petri dish. Bacterial colonies were isolated into pure isolate to be selected by some biochemical test then confirmed by API Staph and molecularly tested with nuc, sea, nhe, and hbl marker gene using PCR method. Fungi were identified macromorphologically by colony observation and micromorphologically by cell observation using slide culture. Isolated bacteria were Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus (were identified by API 52,8%, 97,7%, and 97,7%), Staphylococcus epidermidis (was identified by API 97,9%), and Staphylococcus saprophyticus (were identified by API 72,2% and 61,8%). S. aureus with 52,8% ID have sea gene but not have nuc gene. B. subtilis isolate have nhe and hbl gene. Isolated fungi were Aspergillus flavus and Aspergillus niger.

Keywords: Bacteria, Identification, Fungi, Contamination, Bread

Deteksi Mikrobial Kontaminan pada Produk Roti untuk Meningkatkan Keamanan Pangan

EVELYN FERDIAN

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana

ABSTRAK

Roti adalah makanan siap saji yang memiliki angka konsumsi yang tinggi, di sisi lain, roti mudah mengalami kerusakan terutama oleh bakteri dan jamur yang dapat mengganggu kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi adanya mikrobial kontaminan pada roti. Sampel roti sebanyak 10 buah diperoleh dari warung, pasar dan beberapa kantin sekolah yang ada di kota Yogyakarta. Enumerasi bakteri dilakukan menggunakan media *Nutrient Agar*, *Mannitol Yolk Polymyxin*, *Mannitol Salt Agar*, dan *Baird Parker Agar*, sedangkan jamur ditumbuhkan pada media *Malts Extract Agar* pada cawan petri. Koloni bakteri dipisahkan menjadi isolat tunggal untuk diseleksi melalui beberapa uji biokimiawi kemudian dikonfirmasi menggunakan API Staph dan diuji molekuler dengan gen penanda *nuc*, *sea*, *nhe*, dan *hbl* menggunakan PCR. Isolat jamur diidentifikasi secara makromorfologi melalui pengamatan bentuk koloni dan mikromorfologi melalui pengamatan sel dengan teknik *slide culture*. Jenis bakteri yang ditemukan pada sampel yaitu *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* (teridentifikasi API 52,8%, 97,7%, dan 97,7%), *Staphylococcus epidermidis* (teridentifikasi API 97,9%), dan *Staphylococcus saprophyticus* (teridentifikasi API 72,2% dan 61,8%). Isolat terduga *S. aureus* dengan persentase ID 52,8% terdeteksi memiliki gen *sea* tetapi tidak memiliki gen *nuc*. Isolat terduga *B. subtilis* terdeteksi memiliki gen *nhe* dan *hbl*. Jenis jamur yang ditemukan pada sampel yaitu *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger*.

Kata Kunci: Bakteri, Identifikasi, Jamur, Kontaminasi, Roti.

Detection of Microbial Contaminant in Bakery Products to Improve Food Safety

EVELYN FERDIAN

ABSTRACT

Bread is a fast food that have high consumption number, on the other hand, bread easily decay mainly by bacteria and fungi that may cause health problem. The aim of this research is to detect and identify microbial contaminant in bread. Ten bread samples were obtained from small shop, traditional market and some school canteen in Yogyakarta. Bacterial enumeration was done using Nutrient Agar, Mannitol Yolk Polymyxin, Mannitol Salt Agar, and Baird Parker Agar, while fungi were grown on Malts Extract Agar in petri dish. Bacterial colonies were isolated into pure isolate to be selected by some biochemical test then confirmed by API Staph and molecularly tested with nuc, sea, nhe, and hbl marker gene using PCR method. Fungi were identified macromorphologically by colony observation and micromorphologically by cell observation using slide culture. Isolated bacteria were Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus (were identified by API 52,8%, 97,7%, and 97,7%), Staphylococcus epidermidis (was identified by API 97,9%), and Staphylococcus saprophyticus (were identified by API 72,2% and 61,8%). S. aureus with 52,8% ID have sea gene but not have nuc gene. B. subtilis isolate have nhe and hbl gene. Isolated fungi were Aspergillus flavus and Aspergillus niger.

Keywords: Bacteria, Identification, Fungi, Contamination, Bread

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Makanan yang mengandung nilai gizi dibutuhkan setiap orang sesuai kebutuhannya, misalnya karbohidrat sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas setiap hari. Jenis makanan berkarbohidrat yang sering dikonsumsi oleh masyarakat di berbagai penjuru dunia ada berbagai macam, misalnya nasi, kentang, singkong, ubi, roti, dan sebagainya. Saat ini, masyarakat cenderung memiliki waktu yang sedikit untuk memasak makanan, terutama pada pagi hari, sehingga banyak orang yang lebih memilih untuk mengonsumsi makanan siap saji yang mengenyangkan seperti roti. Roti sudah menjadi salah satu makanan pokok bagi kebanyakan masyarakat di negara bagian barat (O'Connor, 2012).

Roti adalah salah satu jenis makanan yang digemari dan banyak dikonsumsi anak-anak maupun orang dewasa sebagai makanan jajanan pasar dan jajanan anak sekolah. Roti yang merupakan makanan siap saji juga menjadi salah satu makanan alternatif bagi orang yang harus bekerja di pagi hari dan tidak sempat sarapan, karena roti dapat dimakan kapan dan dimana saja. Saat ini, roti sangat mudah didapatkan, karena roti dijual di berbagai toko, mulai dari warung kecil hingga *supermarket*, yang bisa kita beli mulai dari pagi hingga malam hari. Selain merupakan makanan siap saji, roti juga banyak digemari oleh berbagai kalangan dan umur, karena variasi rasa dan jenisnya yang semakin beragam saat ini, mulai dari roti tawar, roti isi, *pizza*, donat, dan masih banyak lagi (Edwards, 2007).

Penggunaan berbagai bahan seperti tepung, telur, air, dan bahan lainnya serta kondisi lingkungan dapat menyebabkan adanya berbagai jenis mikrobia kontaminan pada produk roti seperti bakteri dan juga jamur yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk roti sampai menyebabkan penyakit pada konsumen akibat dari senyawa toksik yang dihasilkan pada jumlah tertentu maupun adanya enzim tertentu pada mikrobia tersebut (Saranraj dan Geetha, 2012).

Roti yang saat ini menjadi makanan alternatif dan banyak digemari masyarakat ternyata beberapa kali menyebabkan kasus keracunan karena tidak memenuhi atau tidak memiliki standar keamanan. Contohnya pada kasus yang terjadi di tahun 2013, tepatnya pada tanggal 22 sampai dengan 25 Mei, dimana terjadi wabah keracunan pada 173 orang setelah mereka membeli dan mengonsumsi roti isi daging yang dijual di sebuah *stand* makanan di kota Ben Tre, Vietnam. Korban keracunan roti tersebut mengeluhkan gejala demam, diare, muntah-muntah dan sakit tulang belakang sebelum akhirnya didiagnosa oleh pihak rumah sakit bahwa mereka mengalami gastroenteritis. Laporan dari pihak rumah sakit menggerakkan *Food Safety Agency* (FSA) di kota tersebut melakukan pemeriksaan terhadap roti yang dikonsumsi oleh pasien di laboratorium dan menemukan adanya kontaminasi bakteri *Salmonella* sp. (Vo et al, 2014).

Roti yang tidak memenuhi standar keamanan pangan sudah berulang kali menjadi kasus di Indonesia, namun penelitian dan publikasi masih sangat minim dilakukan, sehingga penulis belum dapat menemukan kasus yang telah ditelaah hingga ditemukannya mikrobia penyebab keracunan. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai mikrobia kontaminan baik berupa jamur maupun bakteri yang seringkali mengkontaminasi produk roti sehingga tulisan ini dapat berguna untuk memberikan informasi kepada masyarakat sebagai konsumen maupun produsen roti untuk meningkatkan keamanan produk pangan dengan mencegah terjadinya kasus keracunan akibat mengonsumsi roti yang terkontaminasi mikrobia kontaminan di masa mendatang.

1.2. Perumusan Masalah

Sumber kontaminan pada produk roti dapat berasal dari bahan yang digunakan seperti tepung, telur, air, dan bahan lainnya, peralatan yang digunakan, kondisi lingkungan seperti kelembaban udara, serta kebersihan pembuat roti. Proses pembuatan roti sangat beresiko terhadap adanya kontaminan yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk roti bahkan hingga menyebabkan keracunan pada orang yang mengkonsumsi roti yang sudah terkontaminasi senyawa toksik dari mikrobia kontaminan, sehingga kasus ini merupakan sesuatu yang menarik untuk diteliti dengan cara mendeteksi serta mengidentifikasi mikrobia yang sering mengkontaminasi produk roti.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi mikrobia kontaminan pada produk roti yang sering ditemukan baik yang hanya merusak tekstur dan warna roti maupun yang dapat menyebabkan penyakit setelah memproduksi senyawa toksik sehingga dapat meningkatkan keamanan pangan dengan melakukan pencegahan terjadinya kasus keracunan makanan akibat mikrobia kontaminan khususnya pada produk roti baik oleh produsen maupun konsumen.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai informasi bagi masyarakat selaku konsumen ataupun produsen produk roti mengenai adanya mikrobia kontaminan yang menyebabkan kerusakan pada roti dan bahkan menyebabkan penyakit pada konsumen sehingga dapat meningkatkan keamanan pangan.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Hasil deteksi bakteri pada roti yaitu ditemukannya lima jenis bakteri gram positif, yakni *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Staphylococcus saprophyticus* yang bersifat patogen terhadap manusia, dan *Bacillus subtilis* yang tidak bersifat patogen pada manusia, yang tumbuh dengan berbagai tipikal pada medium pertumbuhan yang digunakan. Isolat terduga *B. subtilis* terdeteksi memiliki gen *nhe* dan *hbl*. Isolat *S. aureus* terdeteksi memiliki gen *sea* tetapi tidak memiliki gen *nuc*. Jumlah bakteri *Staphylococcus* sp. pada sampel roti berkisar antara $1,7 \times 10^7$ sampai dengan 22×10^7 CFU per gram sampel, sedangkan batas maksimum bakteri pada produk roti yang diijinkan oleh Badan Standardisasi Nasional adalah 1×10^2 koloni per gram (BSN, 2009), sehingga memungkinkan bakteri untuk memproduksi senyawa toksin yang menyebabkan keracunan pada konsumen. Hasil deteksi jamur pada sampel yaitu ditemukannya dua jenis jamur, yaitu *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger*.

5.2. Saran

Saran yang penulis sampaikan melalui naskah penelitian skripsi ini ditujukan kepada masyarakat yang berperan sebagai produsen produk roti untuk meminimalisir resiko kontaminasi mikrobial baik berupa bakteri atau jamur dengan meningkatkan kecermatan dan ketelitian dalam mengerjakan seluruh rangkaian proses serta kesadaran untuk menjaga kebersihan alat serta lingkungan dalam proses produksi, dan juga kepada masyarakat yang berperan sebagai konsumen untuk lebih memperhatikan makanan, khususnya produk roti yang akan dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, O. B., Mashat, B. H. 2014. Prevalence of Classical Enterotoxin Genes in *Staphylococcus aureus* Isolated from Food Handlers in Makkah City Kitchens. *Asian Journal of Science and Technology* 5, 727-731.
- Arnesen, L. P. S., Fagerlund, A., Granum, P. E. 2008. From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol. Rev.* 32, 579–606.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2009. *SNI 7388, Batas Maksimum Cemaran Mikrobial dalam Pangan*. Jakarta.
- British Columbia Centre for Disease Control (BC CDC). “*Bacillus cereus*”. 4 Mei 2018. <http://www.bccdc.ca/health-info/diseases-conditions/bacillus-cereus>.
- Capita R., Calleja, C. A., Moreno, B., Fernandez, M. C. G. 2001. Assessment of Baird-Parker Agar as Screening Test for Determination of *Staphylococcus aureus* in Poultry Meat. *The Journal of Microbiology* 39, 4.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). “Aspergillosis”. 4 Mei 2018. <https://www.cdc.gov/fungal/diseases/aspergillosis/index.html>.
- Edwards, W. P. 2007. *The Science of Bakery Products*. The Royal Society of Chemistry. Cambridge, UK.
- Gautam, A. K., Bhadauria, R. 2012. Characterization of *Aspergillus species* Associated with Commercially Stored Triphala Powder. *African Journal of Biotechnology* 11, 16814-16823.
- Hennekinne, J. A., Buyser, M. L., Dragacci, S. 2011. *Staphylococcus aureus* and Its Food Poisoning Toxins: Characterization and Outbreak Investigation. *FEMS Microbiol Rev.* 1-22.
- Hoegh, S. V., Skov, M. N., Boye, K., Worning, P., Jensen, T. G., Kemp, M. 2014. Variation in the *Staphylococcus aureus*-specific *nuc* Gene Can Potentially Lead to Misidentification of Meticillin-Susceptible and -Resistant *S. aureus*. *Journal of Medical Microbiology* 63, 1020-1022.
- Johnson, W. M., Tyler, S. D., Ewan, P., Ashton, F. E., Pollard, D. R., Rozee, K. R. 1991. Detection of Genes for Enterotoxins, Exfoliative Toxins, and Toxic Shock Syndrome Toxin 1 in *Staphylococcus aureus* by the Polymerase Chain Reaction. *Journal of Clinical Immunology* 29, 426-430.
- Kateete, D. P., Kimani, C. N., Katabazi, F. A., Okeng, A., Okee, M. S., Nanteza, A., Joloba, M. L., Najjuka, F. C. 2010. Identification of *Staphylococcus aureus*: DNase and Mannitol Salt Agar Improve the Efficiency of the Tube Coagulase Test. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials* 9, 23.
- Klich, M. A. 2007. Pathogen Profile *Aspergillus flavus*: The Major Producer of Aflatoxin. *Molecular Plant Pathology* 8, 713-722.
- Klich, M. A., Pitt, J. I. 1988. *A Laboratory Guide to Common Aspergillus Species and Their Telemorphs*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia.
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Roti*. Seri Teknologi Pangan Populer (Teori dan Praktek) eBookPangan, Jakarta.
- Kuroda, M., Yamashita, A., Hirakawa, H., Kumano, M., Morikawa, K., Higashide, M., Maruyama, A., Inose, Y., Matoba, K., Toh, H., Kuhara, S., Hattori, M., Ohta, T. 2005. Whole Genome Sequence of *Staphylococcus saprophyticus* Reveals the Pathogenesis of Uncomplicated Urinary Tract Infection. *PNAS* 102, 13272-13277.
- Martelli, F., Davies, R. H. 2012. Salmonella Serovars Isolated from Table Eggs: An Overview. *Food Research International* 45, 745-754.
- Mold & Bacteria Consulting Laboratories. “Penicillium”. 4 Mei 2018. <https://www.moldbacteria.com/mold/penicillium.html>.
- Navi, S. S., Bandyopadhyay, R., Hall, A. J., Bramel-Cox, P. J. 1999. *A Pictorial Guide for the Identification of Mold Fungi on Sorghum Grain*. International Crops Research Institute, India.

- Oliver, J. D. 2005. The Viable but Nonculturable State in Bacteria. *The Journal of Microbiology* 43, 93-100.
- O'Connor, A. 2012. An Overview of the Role of Bread in the UK Diet. *Journal Compilation Nutrition Bulletin* 37, 192-212.
- Pundir, R. K., Jain, P. 2011. Qualitative and Quantitative Analysis of Microflora of Indian Bakery Products. *Journal of Agricultural Technology* 7, 751-762.
- Ravimannan, N., Sevel, P., Saarutharshan, S. 2016. Study on Fungi Associated with Spoilage of Bread. *International Journal of Advances Research in Biological Sciences* 3, 165-167.
- Saranraj, P., Geetha, M. 2012. Microbial Spoilage of Bakery Products and Its Control by Preservatives. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archives*. 3, 38-48.
- Siegrist, J. 2011. *Microbiology Focus: Staphylococcus aureus in the Focus* 3.4. Sigma-Aldrich Co., United States.
- Silva, D. M., Batista, L. R., Rezende, E. F., Fungaro, M. H. P., Sartori, D., Alves, E. 2011. Identification of Fungi of the Genus *Aspergillus* Section *nigri* Using Polyhasic Taxonomy. *Brazilian Journal of Microbiology* 42, 761-773.
- Soleimani, M., Hosseini, H., Pilevar, Z., Mehdizadeh, M., Carlin, F. 2017. Prevalence, Molecular Identification and Characterization of *Bacillus cereus* Isolated from Beef Burgers. *Journal of Food Safety*, 12414.
- Susca, A., Proctor, R. H., Mule, G., Stea, G., Ritieni, A., Logrieco, A., Moretti, A. 2010. Correlation of Mycotoxin Fumonisin B₂ Production and Presence of the Fumonisin Biosynthetic Gene *fum8* in *Aspergillus niger* from Grape. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 9266-9272.
- Tallent, S. M., Kotewicz, K., M., Strain, E. A., Bennett, R. W. 2012. Efficient Isolation and Identification of *Bacillus cereus* Group. *Journal of AOAC International*. 95, 2.
- Tako, M., Tamaki, Y., Teruya, T., Takeda, Y. 2014. Principles of Starch Gelatinization and Retrogradation. *Food and Nutrition Science* 5, 280-291.
- Tatini, S. R. 1973. Influence of Food Environments on Growth of *Staphylococcus aureus* and Production of Various Enterotoxins. *J Milk Food Technol* 36, 559-563.
- Turnbull, P. C. B. 1981. *Bacillus cereus* Toxins. *Pharmac. Ther.* 13, 453-505.
- UniProt. "Taxonomy – *Rhizopus stolonifer* (*Rhizopus nigricans*)". 4 Mei 2018. <https://www.uniprot.org/taxonomy/4846>.
- Vagelas, I., Gougoulas, N., Nedesca, E. D., Liviu, G. 2011. Bread Contamination with Fungus. *Carpathian Journal of Food Science and Technology* 3, 1-6.
- Vazhacharickal, P. J., Mathew, J. J., Sajeshkumar, N. K., Prathap, P. 2015. Effect of Concentration and pH On the Preservative Action of Calcium Propionate Against Black Bread Mold (*Rhizopus stolonifer*) In Kerala. *CIBTech Journal of Biotechnology* 4, 1-12.
- Vergidis, P., Patel, R. "Staphylococcus aureus in Transplant Recipient". 4 Mei 2018. <http://www.antimicrobe.org/t27.asp>.
- Vo, T. H., Le, N. H., Cao, T. T. D., Nuorti, J. P., Minh, N. N. T. 2014. An Outbreak of Food-Borne Salmonellosis Linked to a Bread Takeaway Shop in Ben Tre City, Vietnam. *International Journal of Infectious Disease* 26, 128-131.
- Yazar, G., Duvarci, O. C., Tavman, S., Kokini, J. L. 2017. Laos Behavior of the Two Main Gluten Fractions: Gliadin and Glutenin. *Journal of Cereal Science*, 1-16.