

Efektifitas sinar ultraviolet terhadap cemaran bakteri patogen pada makanan cair sonde untuk pasien *immune-compromised*

Ni Luh Sulatri¹, Ida Bagus Agung Yogeswara¹, Ni Wayan Nursini¹

ABSTRACT

Background : Food safety remained as critical concern to immune-compromised patient. Food safety assurance can be achieved through inhibition of pathogenic bacteria by physical treatment such as UV light radiation. However, a study regarding the effect of UV light on growth of pathogenic bacteria in contaminated liquid food are scarce.

Objective : To determine the effectiveness of UV light on contamination of pathogenic bacteria in liquid food for immune-compromised patient.

Methods : Randomized design with two factor which were holding time for 60 and 120 minutes and radiation exposure (0, 5, 10 and 15 minutes). The data was analyzed using ANOVA

Result : The viscosity and pH of liquid foods were 20 centipoise and 7,15 respectively. Radiation of UV light on contaminated food that have been incubated for 60 and 120 minutes at 37°C showed significant increase (1-2 log cycle) on growth of pathogenic bacteria.

Conclusion : Radiation of UV light on contaminated liquid food were not effective to inhibit or kill pathogenic bacteria during holding time (60 and 120 minutes).

Keywords: Ultraviolet, Contamination pathogenic bacteria, holding time, food safety, liquid food

ABSTRAK

Latar belakang : Keamanan pangan menjadi perhatian serius untuk pasien *immune-compromised*. Sinar radiasi ultraviolet merupakan bentuk perlakuan fisik untuk menjamin keamanan pangan supaya pertumbuhan bakteri dapat dihambat. Namun, penelitian tentang efektivitas sinar ultraviolet jarang dilakukan terhadap pertumbuhan bakteri patogen pada makanan cair yang telah terkontaminasi.

Tujuan penelitian : Mengetahui efektifitas sinar ultraviolet terhadap cemaran bakteri patogen pada makanan cair sonde untuk pasien *immune-compromised*.

Metode : Desain penelitian eksperimental menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu faktor waktu jeda 60 menit dan 120 menit serta waktu radiasi penyinaran sinar UV 0, 5, 10 dan 15 menit. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji ANOVA.

Hasil : Viskositas dan pH makanan cair adalah 20 centipoise (cP) dan pH 7,15. Terdapat peningkatan pertumbuhan bakteri patogen sebanyak 1-2 log pada makanan cair sonde yang mendapatkan paparan sinar UV dan sebelumnya telah diinokulasi bakteri patogen (*Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*) selama 60 dan 120 menit.

Simpulan : Radiasi Sinar UV terhadap cemaran makanan cair (sonde) tidak efektif menghambat atau membunuh bakteri patogen selama waktu jeda 60 dan 120 menit karena sinar UV memiliki daya penetrasi yang sangat rendah.

Kata kunci : sinar ultraviolet, cemaran bakteri patogen, waktu jeda, keamanan pangan, makanan cair.

PENDAHULUAN

Pemberian makanan merupakan bagian dari pelayanan gizi yang disesuaikan dengan keadaan pasien dan berdasarkan pada keadaan klinis, status gizi serta status metabolisme tubuhnya. Makanan yang diberikan kepada pasien seharusnya aman dan memenuhi kebutuhan gizi. Makanan dikatakan aman apabila tidak mengandung bahan yang membahayakan kesehatan dan keselamatan pasien¹. Penjaminan keamanan pangan dilakukan dengan pencegahan cemaran biologi dengan cara mengendalikan perkembangbiakan bakteri pada

makanan. Proses penyajian makanan sangat perlu diperhatikan berkaitan dengan pengendalian laju perkembangbiakan bakteri².

Upaya mengendalikan pertumbuhan bakteri patogen salah satunya dengan menggunakan radiasi sinar ultraviolet (UV). Penelitian yang dilakukan dengan *Bacillus sp* menunjukkan bahwa dengan penyinaran sinar UV 38 watt selama 10 dan 15 menit dengan jarak 45 cm pada media NA yang mengandung bakteri *Bacillus sp* menunjukkan tidak ada koloni yang tumbuh, sedangkan pada media kontrol yang tidak disinari UV didapatkan pertumbuhan koloni yang sangat penuh dan tidak dapat dihitung³.

Sinar UV dapat mensterilkan mikroorganisme pembusuk makanan seperti pada beberapa produk makanan yang memiliki permukaan halus dan bersih⁴.

¹. Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kesehatan Sains dan Teknologi, Universitas Dhyana Pura (email korespondensi: ibayogeswara@gmail.com)

Beberapa penelitian melaporkan bahwa sinar UV dapat mengurangi jamur pada kulit telur hanya dengan penyinaran selama 15 menit⁵. Selain itu sinar UV sebesar 90% dapat mengurangi *Aspergillus spp* dan *Penicillium spp* pada gandum⁶. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa radiasi sinar UV dapat membunuh atau menonaktifkan jamur pembusuk pada makanan seperti *Aspergillus spp*, *Penicillium spp* dan *Eurofian spp*⁷. Keuntungan menggunakan sinar UV yaitu sangat efektif dalam membunuh sebagian besar bakteri patogen seperti *E.coli*, *Giardia Lamblia* dan *Cristoporidium*⁸.

Hasil pemeriksaan total mikroba pada makanan dan peralatan makan di Instalasi Gizi RSUD Dr. Soedarso tergolong tinggi yaitu di atas nilai ambang batas 100 koloni/g makanan. Total mikroba pada bubur rata-rata 4.896 koloni/g, nasi 1.949 koloni/g, tempat bubur 383.506,75 koloni/cm², tempat nasi 443.765.50 koloni/cm², sendok nasi 2.937,38 koloni/cm² dan 2.937,38 koloni/cm² pada sendok ubur. Tingginya total mikroba pada makanan dan peralatan pengolahan, menunjukkan bahwa makanan dapat berperan sebagai agen penyakit. Hal ini terjadi karena makanan dapat berfungsi sebagai media dan sarana penyebaran serta perkembangbiakan mikroba⁹.

Menurut Arisani, makanan cair (sonde) dengan waktu jeda 60 menit mengandung total *E.coli* 4,3 mpm/ml. Hal ini berarti makanan cair tersebut sudah tidak aman untuk dikonsumsi. Makanan cair merupakan makanan yang sangat ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme yang berasal dari komposisi bahan, persiapan selama produksi dan distribusi¹⁰. Komposisi bahan, persiapan selama produksi dan distribusi dilakukan oleh penjamah makanan. Apabila penjamah makanan tidak mendukung maka akan menimbulkan masalah terhadap keamanan pangan¹¹.

Kebutuhan akan makanan yang aman dibutuhkan oleh pasien *immune-compromissed*. Berdasarkan panduan penatalaksanaan, makanan pasien dengan imunitas menurun, harus diberi perlakuan sinar UV selama 30 menit sebelum disajikan. Makanan yang aman sangat diharapkan dapat mencegah timbulnya infeksi silang atau *cross infection* atau infeksi *nosokomial* atau infeksi yang didapatkan di rumah sakit¹². Penelitian telah dilakukan tentang pengaruh sinar UV terhadap total mikroba makanan dan minuman, tetapi selama ini belum ada penelitian yang melaporkan bagaimana pengaruh sinar UV terhadap makanan cair yang sudah terlanjur tercemar oleh bakteri pathogen. Berdasarkan permasalahan tersebut diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas sinar ultraviolet terhadap cemaran bakteri patogen pada makanan cair untuk pasien *immune-compromissed*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan April - Juni 2017 di UPT. Laboratorium Biosains dan Bioteknologi Universitas Udayana dan Laboratorium Analisis Pangan Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 kelompok waktu jeda cemaran bakteri patogen, yaitu 60 menit dan 120 menit serta 4 perlakuan penyinaran sinar UV yaitu tanpa penyinaran, 5, 10 dan 15 menit.

Pembuatan makanan cair (sonde) menggunakan bahan utama yaitu tepung susu full cream (Indomilk), susu skim (Calsiskim) tepung beras (Rose Brand), gula pasir, telur ayam, dan minyak sayur (Happy Salad Oil). Sebelum dilakukan uji mikrobiologi, terlebih dahulu dihitung kandungan zat gizi meliputi kandungan energi, protein, lemak dan karbohidrat. Bakteri patogen yang digunakan adalah *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli*.

Nutrient Broth (NB) digunakan dalam peremajaan bakteri patogen, media *Plate Count Agar* (PCA) untuk total bakteri, media *Salmonella-Shigella Agar* (SSA) digunakan dalam analisa *Salmonella*, media *Eosine Methylene Blue Agar* (EMBA) digunakan dalam analisa *E.coli* dan media *Mannitol Salt Agar* (MSA) untuk analisa *Staphylococcus aureus*. Kultur murni yang dipakai adalah *E.coli* dari tinja, *Salmonella* dari cairan tubuh seperti darah, lendir atau urine dan *Staphylococcus aureus* dari cairan tubuh seperti nanah (*pus*) atau *sputum* (dahak).

Uji viskositas dilakukan untuk melihat perubahan selama proses pemanasan maupun pendinginan. Inokulasi patogen pada makanan cair dilakukan dengan mengisolat bakteri patogen dari media yang diambil menggunakan jarum ose. Uji populasi patogen pada makanan cair menggunakan metode *Spread Plate Method* (cara sebar/tebar) yang dilakukan dengan cara menginokulasi kultur mikroba secara pulasan/sebaran di permukaan media agar yang telah memadat. Media yang digunakan untuk uji total bakteri yaitu PCA, *Salmonella* yaitu SSA, *Staphylococcus aureus* medianya MSA dan *E.coli* medianya EMBA.

Data dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel, grafik serta gambar atau foto. Analisa data univariat meliputi mutu mikrobiologi dianalisa secara deskriptif dengan penyajian dalam bentuk tabel, grafik dan gambar atau foto. Perbedaan cemaran bakteri patogen antar kelompok diuji menggunakan ANOVA.

HASIL

Salmonella typhi

Tingkat kekentalan (viskositas) sonde adalah 20 centipoise (cP) dengan pH 7,15. Efektivitas penyinaran sinar ultraviolet (UV) terhadap sonde yang diinokulasi bakteri *S. typhi* pada kelompok waktu jeda 60 dan 120 menit, dengan masing-masing kelompok mendapatkan perlakuan penyinaran 0, 5, 10 dan 15 menit, menunjukkan bahwa pada kelompok waktu

jeda 60 menit didapatkan nilai tertinggi cemaran bakteri yaitu pada penyinaran 15 menit sebesar $9,2 \times 10^7$ cfu/ml dan nilai terendah tanpa penyinaran sebesar $6,4 \times 10^6$ cfu/ml. Sedangkan pada kelompok waktu jeda 120 menit didapatkan nilai cemaran patogen tertinggi pada penyinaran 15 menit yaitu sebesar $4,6 \times 10^9$ dan nilai terendah tanpa penyinaran yaitu sebesar $4,5 \times 10^8$. Hasil penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Efektifitas Sinar Ultraviolet Terhadap Bakteri *Salmonella typhi*

Penyinaran UV	<i>S. typhi</i> (cfu/ml)		TPC (cfu/ml)	
	60	120	60	120
0	$6,4 \times 10^6$	$4,5 \times 10^8$	$2,3 \times 10^7$	$2,9 \times 10^9$
5	$2,7 \times 10^7$	$1,8 \times 10^9$	$1,1 \times 10^8$	$2,7 \times 10^9$
10	$1,0 \times 10^7$	$3,1 \times 10^9$	$5,0 \times 10^7$	$3,2 \times 10^9$
15	$9,2 \times 10^7$	$4,6 \times 10^9$	$1,7 \times 10^8$	$4,3 \times 10^9$

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui juga TPC pada masing-masing perlakuan, dengan nilai TPC tertinggi pada kelompok waktu jeda 60 menit yaitu pada lama penyinaran 10 menit sebesar $3,3 \times 10^8$ cfu/ml sedangkan nilai TPC terendah terdapat pada kelompok waktu jeda 60 menit tanpa penyinaran dengan nilai $2,3 \times 10^7$ cfu/ml. Sedangkan nilai cemaran tertinggi pada pada kelompok waktu jeda 120 menit yaitu pada lama penyinaran 15 menit sebesar $4,3 \times 10^9$ cfu/ml dan nilai terendah pada lama penyinaran 5 menit sebesar $2,7 \times 10^9$ cfu/ml. Data tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan jumlah cemaran dan TPC pada sampel yang diinokulasi *S. typhi* meningkat seiring dengan lamanya waktu jeda inkubasi dan lamanya penyinaran UV.

Staphylococcus aureus

Tingkat kekentalan (viskositas) sonde adalah 20 centipoise (cP) dengan pH 7,15. Pengaruh sinar ultraviolet (UV) terhadap cemaran bakteri *S. aureus* pada kelompok waktu jeda 60 dan 120 menit, dengan masing-masing kelompok mendapatkan perlakuan penyinaran 0, 5, 10 dan 15 menit, menunjukkan cemaran bakteri tertinggi pada kelompok waktu jeda 60 menit yaitu dengan lama 10 menit sebesar $3,4 \times 10^7$ cfu/ml dan nilai terendah tanpa penyinaran UV sebesar $9,5 \times 10^6$ cfu/ml. Sedangkan nilai cemaran bakteri tertinggi pada kelompok waktu jeda 120 menit yaitu pada penyinaran 10 menit sebesar $3,7 \times 10^8$ cfu/ml dan nilai terendah tanpa penyinaran dan penyinaran 5 menit yaitu sebesar $1,0 \times 10^5$ cfu/ml. Hasil penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Efektifitas Sinar Ultraviolet Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*

Penyinaran UV	<i>S. aureus</i> (cfu/ml)		TPC (cfu/ml)	
	60	120	60	120
0	$9,5 \times 10^6$	$1,0 \times 10^5$	$9,9 \times 10^6$	$4,0 \times 10^5$
5	$1,7 \times 10^7$	$1,0 \times 10^5$	$1,9 \times 10^7$	$3,0 \times 10^5$
10	$3,4 \times 10^7$	$3,7 \times 10^8$	$3,3 \times 10^7$	$3,2 \times 10^8$
15	$1,4 \times 10^7$	$8,9 \times 10^6$	$1,4 \times 10^7$	$9,0 \times 10^6$

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui juga TPC pada masing-masing perlakuan, dengan nilai TPC tertinggi pada kelompok waktu jeda 60 menit yaitu dengan lama penyinaran 10 menit sebesar $3,3 \times 10^7$ cfu/ml dan nilai terendah tanpa penyinaran sebesar $9,9 \times 10^6$ cfu/ml. Sedangkan nilai TPC tertinggi pada kelompok waktu jeda 120 menit yaitu dengan 10 menit penyinaran ultraviolet sebesar $3,2 \times 10^8$ cfu/ml dan nilai terendah pada penyinaran 5

menit yaitu sebesar $3,0 \times 10^5$ cfu/ml. Data tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan jumlah cemaran dan TPC pada sampel yang diinokulasi *S. aureus* meningkat pada penyinaran UV 10 menit.

Escherichia coli

Tingkat kekentalan (viskositas) sonde adalah 20 centipoise (cP) dengan pH 7,15. Pengaruh sinar ultraviolet (UV) terhadap cemaran bakteri *E. coli* pada

kelompok waktu jeda 60 dan 120 menit, dengan masing-masing kelompok mendapatkan perlakuan penyinaran UV selama 0, 5, 10 dan 15 menit menunjukkan nilai cemaran bakteri tertinggi terdapat pada kelompok waktu jeda 60 menit yaitu dengan lama penyinaran 15 menit sebesar $3,1 \times 10^7$ cfu/ml dan nilai terendah pada penyinaran 5 menit sebesar

$1,1 \times 10^7$ cfu/ml. Sedangkan nilai cemaran bakteri tertinggi pada kelompok waktu jeda 120 menit yaitu pada penyinaran UV 15 menit sebesar $1,4 \times 10^9$ cfu/ml dan nilai terendah pada penyinaran UV 10 menit dengan nilai $6,1 \times 10^8$. Hasil penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Efektifitas Sinar Ultraviolet Terhadap Bakteri *E.coli*

Penyinaran UV	<i>E. coli</i> (cfu/ml)		TPC (cfu/ml)	
	60	120	60	120
0	$1,5 \times 10^7$	$1,0 \times 10^9$	$8,4 \times 10^6$	$9,6 \times 10^8$
5	$1,1 \times 10^7$	$6,9 \times 10^8$	$1,7 \times 10^7$	$4,7 \times 10^9$
10	$1,3 \times 10^7$	$6,1 \times 10^8$	$1,5 \times 10^7$	$5,8 \times 10^8$
15	$3,1 \times 10^7$	$1,4 \times 10^9$	$1,0 \times 10^7$	$3,8 \times 10^9$

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui juga TPC pada masing-masing perlakuan, dengan nilai TPC tertinggi pada kelompok waktu jeda 60 menit yaitu pada penyinaran 5 menit sebesar $1,7 \times 10^7$ cfu/ml dan nilai terendah tanpa penyinaran sebesar $8,4 \times 10^6$ cfu/ml. Sedangkan nilai TPC tertinggi pada kelompok waktu jeda 120 menit yaitu pada penyinaran UV 5 menit yaitu sebesar $4,7 \times 10^9$ cfu/ml dan nilai terendah pada penyinaran UV 10 menit sebesar $5,8 \times 10^8$ cfu/ml. Data tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan jumlah cemaran dan TPC pada sampel yang diinokulasi *E. coli* meningkat seiring dengan lamanya waktu jeda inkubasi dan lamanya penyinaran UV.

Coliform

Pengaruh sinar ultraviolet (UV) terhadap total bakteri *coliform* pada kelompok waktu jeda 60 dan 120 menit, dengan masing-masing kelompok mendapatkan penyinaran 0, 5, 10 dan 15 menit menunjukkan bahwa nilai cemaran bakteri tertinggi terdapat pada kelompok waktu jeda 120 menit dan lama penyinaran 15 menit sebesar $3,4 \times 10^9$ sedangkan nilai cemaran bakteri terendah terdapat pada kelompok waktu jeda 60 menit dengan penyinaran 5 menit dengan nilai $1,9 \times 10^6$. Hasil penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Total Coliform

Penyinaran UV	Total coliform	
	60	120
0	$2,3 \times 10^6$	$1,1 \times 10^8$
5	$1,9 \times 10^6$	$1,6 \times 10^9$
10	$3,2 \times 10^6$	$1,2 \times 10^8$
15	$3,0 \times 10^7$	$2,4 \times 10^9$

Efektifitas Sinar Ultraviolet Terhadap Cemaran Bakteri Patogen

Rerata total bakteri patogen tertinggi ada pada *s.typhi* sebesar $16354,55 \times 10^7 \pm 3$ dan nilai terendah ada pada *s.aureus* sebesar $188,13 \times 10^7 \pm 3$. Berdasarkan

tabel 5 dapat diketahui bahwa $p > 0,05$ yang artinya sinar ultraviolet tidak berpengaruh terhadap jumlah cemaran bakteri patogen pada makanan cair untuk pasien *immune-compromised*. Hasil uji statistik selengkapnya dapat disajikan dalam berikut.

Tabel 5. Efektifitas Sinar Ultraviolet Terhadap Cemaran Bakteri Patogen

Jenis Bakteri Patogen	Total Bakteri	p
	Mean±SD	
<i>Salmonella typhii</i>	$16354,55 \times 10^7 \pm 3$	0,765
<i>Staphylococcus aureus</i>	$188,13 \times 10^7 \pm 3$	0,382
<i>Escherichia coli</i>	$673,82 \pm 3$	0,926
<i>Coliform</i>	$6576,83 \pm 3$	0,627

Rerata total plate count (TPC) bakteri patogen tertinggi ada pada *E.coli* sebesar $21526,88 \times 10^7 \pm 3$ dan nilai terendah ada pada *s.aureus* sebesar $140,82 \times 10^7 \pm 3$. Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui bahwa sinar ultraviolet tidak berpengaruh terhadap

TPC bakteri patogen pada makanan cair yang sudah diinokulasi bakteri patogen untuk pasien *immune-compromised* ($p > 0,05$). Hasil uji statistik selengkapnya dapat disajikan dalam berikut.

Tabel 6. Efektifitas Sinar Ultraviolet Terhadap Cemaran Bakteri Patogen

Jenis Bakteri Patogen	Total Bakteri	p
	Mean \pm SD	
<i>Salmonella typhi</i>	$2896.05 \times 10^7 \pm 3$	0,981
<i>Staphylococcus aureus</i>	$140,82 \times 10^7 \pm 3$	0,862
<i>Escherichia coli</i>	$21526,88 \times 10^7 \pm 3$	0,375

PEMBAHASAN

Kebutuhan akan makanan yang aman atau sangat dibutuhkan oleh pasien khususnya pasien dengan imunitas menurun. Jumlah dan jenis mikroorganisme dapat menentukan mutu makanan. Bakteri yang umumnya mencemari makanan adalah *Salmonella sp.*, *S. aureus* dan *E. coli*. *S.aureus* yang merupakan salah satu bakteri gram positif yang bersifat patogen dan mengakibatkan pembusukan makanan. *E. coli* merupakan bakteri gram negatif yang bersifat patogen dan banyak menimbulkan gangguan kesehatan manusia. *Salmonella* merupakan bakteri gram negatif dan salah satu bakteri penyebab utama dari penyakit yang disebarkan melalui makanan. Proses penyajian makanan sangat perlu diperhatikan berkaitan dengan pengendalian laju perkembangbiakan bakteri¹³.

Berdasarkan hasil penelitian makanan cair (sonde) yang diinokulasi dengan *E. coli*, *S. aureus* dan *S. typhi* sebanyak 10^{-6} dengan waktu jeda 60 menit dan 120 menit tanpa penyinaran UV terjadi peningkatan jumlah patogen untuk *E. coli* dan *S. typhi* setelah diinkubasi pada suhu 37°C dimana suhu tersebut merupakan suhu terbaik untuk pertumbuhan bakteri patogen. Hasil penelitian dengan penyinaran UV selama 5, 10 dan 15 menit tidak menunjukkan penurunan jumlah patogen melainkan jumlah patogen semakin meningkat. Tingginya jumlah bakteri patogen pada makanan cair (sonde) dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya bahan-bahan yang digunakan mengandung zat gizi sebagai media tumbuh dan berkembang yang baik bagi bakteri patogen. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah tingginya aktivitas air (Aw) yang terdapat pada makanan cair (sonde) sehingga mikroorganisme tersebut semakin tumbuh dan berkembang. Aktivitas air merupakan jumlah air bebas yang tersedia dan dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme dalam makanan, dimana setiap mikroorganisme yang berbeda

membutuhkan jumlah air yang berbeda untuk pertumbuhannya¹⁴.

Penyinaran UV pada sampel dengan cemaran patogen di penelitian ini tidak menurunkan jumlah patogen karena yang terpapar sinar UV hanya di permukaan saja. Efektifitas sinar UV terhadap daya bunuh bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu luas ruangan, intensitas cahaya yang digunakan, jarak sumber cahaya terhadap bakteri, lama waktu penyinaran, dan jenis bakteri itu sendiri¹⁵. Salah satu sifat sinar UV adalah daya penetrasi yang sangat rendah, selapis kaca tipis sudah mampu menahan sebagian besar sinar ultraviolet. Sifat penetrasi radiasi ultraviolet yang lemah di dalam larutan dan tidak dapat melakukan penetrasi pada bahan makanan padat mengakibatkan mikroorganisme yang mati hanya berada pada permukaan bahan. Oleh karena itu sinar UV hanya efektif untuk mengendalikan bakteri pada permukaan yang terpapar langsung oleh sinar UV atau dekat dengan permukaan medium yang transparan¹⁶. Hal ini ditunjukkan oleh penelitian tentang sinar UV yang mampu mensterilkan mikroorganisme pembusuk makanan pada permukaan halus dan bersih¹⁷. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme kerusakan sel berbeda menurut lamanya paparan radiasi UV dan jenis organisme yang diuji. Bakteri *E.coli* dengan propidium iodida (PI) meningkat dalam menit pertama penyinaran UV¹⁸.

Kandungan zat gizi pada makanan cair (sonde) adalah energi 274 kkal, protein 11,4 gram, lemak 14,39 gram dan karbohidrat 25,14 gram. Susu skim yang merupakan salah satu bahan pembuatan makanan cair mengandung protein yang tinggi. Bakteri pada fase stasioner menginduksi produksi protein pelindung yang tahan terhadap perlakuan kimia dan fisik. Perlakuan fisik dalam penelitian ini adalah penyinaran UV terhadap cemaran bakteri patogen makanan cair (sonde)¹⁹.

Pemeriksaan laboratorium dalam penelitian ini menunjukkan bahwa bakteri pathogen meningkat jumlahnya walaupun disinari oleh sinar UV 5, 10 dan 15 menit. Penggunaan sinar UV secara berlebihan dan

tidak terkontrol dapat menghilangkan keefektifan dari sinar UV itu sendiri. Oleh karena itu lama penyinaran harus sesuai dengan alat atau bahan yang disterilkan. Dosis yang tepat bagi sinar UV banyak menemui kesulitan karena berbagai variabel yang mempengaruhi, diantaranya sumber cahaya dengan bahan yang disterilkan dan lamanya waktu sterilisasi²⁰. Penelitian yang dilakukan dengan sampel *Bacillus sp* dengan penyinaran UV 38 watt selama 10 dan 15 menit dengan jarak 45 menit pada media *Nutrient agar* (NA) menunjukkan tidak ada koloni yang tumbuh, sedangkan pada media control yang tidak disinari UV didapatkan pertumbuhan koloni yang tidak dapat dihitung²¹. Untuk bakteri gram positif lapisan protein yang tebal pada dinding sel melindungi DNA dari cahaya sinar UV pada tingkat inaktivasi yang mematikan¹⁸. Peningkatan asam lemak siklopropana (CFA) yang merupakan asam lemak membran juga berperan dalam melindungi sel-sel bakteri dari asam dan panas²².

Berdasarkan hasil analisis penelitian pH sonde yaitu 7,15 merupakan pH netral yang sesuai untuk pertumbuhan mikroba. Salah satu faktor penting dalam pertumbuhan bakteri adalah pH. Bakteri memerlukan suatu pH optimum (6,5 – 7,5) untuk tumbuh optimal. Nilai pH minimum dan maksimum untuk pertumbuhan bakteri adalah 4 dan 9. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri ini berkaitan dengan aktivitas enzim. Enzim ini dibutuhkan oleh bakteri untuk mengkatalisir reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri. Apabila pH dalam suatu medium atau lingkungan tidak optimal maka akan mengganggu kerja enzim tersebut sehingga mengganggu pertumbuhan bakteri itu sendiri. Mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik pada pH yang tidak terlalu asam dan tidak terlalu basa, sehingga dapat tumbuh dengan baik pada pH yang bersifat netral yaitu 7²³.

SIMPULAN

1. Hasil uji viskositas dan pH makanan cair (sonde) yaitu 20 cP dan 7,15. pH sonde termasuk katagori pH netral, sehingga mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik.
2. Terjadi peningkatan pertumbuhan pathogen sebanyak 1 log untuk patogen *S. typhii* dan *E. coli*. Yang terdapat pada makanan cair dengan inokulasi bakteri patogen 10⁶, waktu jeda 60 dan 120 menit, serta diinkubasi pada suhu 37°C. Sedangkan pada *S. aureus* terjadi penurunan jumlah patogen sebanyak 1 log.
3. Radiasi sinar ultraviolet terhadap cemaran bakteri patogen pada makanan cair tidak efektif untuk membunuh bakteri patogen selama waktu tunggu 60 dan 120 menit.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai lama dan daya sinar UV untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aritonang, I. *Penyelenggaraan Makanan: Manajemen Sistem Pelayanan Gizi Swakelola dan Jasaboga di Instalasi Gizi Rumah Sakit*. Yogyakarta: CV Grafina Mediacipta, 2012.
2. Peraturan Pemerintah. No. 28. *Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan*. 2004
3. Ariyadi, T., Sintadewi, S. *Pengaruh Sinar Ultraviolet terhadap Pertumbuhan Bakteri Bacillus sp sebagai Bakteri Kontaminan*. [Online]. Available at: [http://Jurnal.unimus.ac.id.2009;2\(2\)](http://Jurnal.unimus.ac.id.2009;2(2)).
4. Shama, G. *Ultraviolet Light*. In R. L. Robinson, C. Batt and P. Patel (eds), *Encyclopedia of Food* (pp.2208). London: Academic Press. 1999
5. Kuo FL, Ricke, SC, Carey JB. *UV Irradiation of Shell Egg : Effect on Population of Aerobes, Moulds and Inoculated Salmonella typhimurium*. *Journal of Food Protection*, 1997;60:639-643.
6. Hidaka Y, Kubota K. *Study on Sterilization of Grain Surface using UV radiation*. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 2006;40:157-161.
7. Begum M., Hocking AD, Miskelly D. *Inactivation of Food Spoilage fungi by Ultraviolet (UVC) Irradiation*. *International Journal of Food Mikrobiology*. 2009;129:74-77.
8. Giusti, MM, Wrolstad RE. *Characterization and Measurement of Anthocyanin by UV-Visible Spectroscopy*. John Willey and Sons, Inc. London. 2010.
9. Afriani, R. *Hubungan Total Mikroba Peralatan Makan dengan Total Mikroba pada Makan Siang Pasien di Ruang Isolasi Dalam Menular Rumah Sakit Umum (RSUD) dr. Soedarso Pontianak*. Laporan Riset Tenaga Kesehatan (Risnakes). Pontianak: Politeknik Kesehatan. 2004
10. Hapsari, Hanna TP. *Pengendalian Mutu dalam Proses pembuatan Makanan Enteral Di Rumah Sakit Dustira Cimahi*. [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2012
11. Tamaroh, S. *Knowledge, Practices and Attitude on Food Safety of Food Handlers in Catering*. Di dalam: Seminar Nasional PAPTI. Malang, Indonesia. 2002;30-31. 2002.
12. Iskak R. *Infeksi Nosokomial dan Staphylococcus aureus Epidermidis*. Republika. 2006

13. Winarno FG, Surono. *HACCP dan Penerapannya dalam Industri Pangan Boga: MBRIO Press*; 2004.
14. Pratiwi, Edytias L, Noer ER. *Analisis Mutu Mikrobiologi dan Uji Viskositas Formula Enteral Berbasis Labu Kuning (Curcubita moschata) dan Telur Bebek*, Journal of Nutrition College, 2014; 3;4.
15. Hollaender, A. 1995. *Radiation Biology.Vol.II. Effects of Radiation on Bakteria*. Cornelli.Itacha N.Y.
16. Hadioetomo RS. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT. Gramedia. Jakarta. 1990.
17. Shama, G.*Ultraviolet Light*. In R. L. Robinson, C. Batt and P. Patel (eds), *Encyclopedia of Food* (pp.2208). London: Academic Press.1999
18. Schenk M., Raffellini S, Guerrero, Blanco GA, Alzamora SM. *Inactivation of Escherichia coli, Listeria innocua and Saccharomyces cerevisiae by UV-C: Study of cell injury by Flow cytometry*. 2010.
19. Mackey, B. M., and C. M. Derrick, 1987. *Changes in the Resistance of Salmonella typhimurium during heating at rising temperatures*. Lett. Appl. Microbial. 4:13-16
20. Suprpto M. *Sterilisasi dan Disinfeksi Airlangga* University Press. Surabaya. 2009
21. Ariyadi T, Sintadewi S. *Pengaruh Sinar Ultraviolet terhadap Pertumbuhan Bakteri Bacillus sp sebagai Bakteri Kontaminan*. [Online]. Available at: <http://Jurnal.unimus.ac.id.vol.2.No.2> Desember 2009.
22. Ordonez AA, Fernandez A, Lopez M, Arenas R, Bernardo A. Modification in membrane fatty acid of *Salmonella typhimurium* in response to growth condition and their effect on heat resistance. *International Journal of food Microbiology*. 2010
23. Pelczar, Michael J, Chan, ECS. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*. UI Press Jakarta. 2005.