



**PENGARUH SINAR ULTRAVIOLET TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI  
*Enterotoxigenic E.coli* (ETEC) PENYEBAB PENYAKIT DIARE**

**THE EFFECT OF ULTRAVIOLET RAYS ON THE GROWTH OF  
*Enterotoxigenic E. coli* (ETEC) BACTERIA CAUSES OF DIARRHEA  
DISEASE**

**Desak Putu Risky VA<sup>1\*</sup>, I Gst. AA Ratnawati<sup>2</sup>, Retno Kawuri<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>)Program Studi Teknologi Laboratorium Medik, FIIK, Universitas Bali Internasional

<sup>2</sup>)Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana

<sup>3</sup>)Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Udayana  
Jalan Seroja Gang Jeruk No. 9A Denpasar Utara, Bali

Corresponding author : riskyvidika@gmail.com

---

**Abstrak**

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh sinar ultraviolet terhadap pertumbuhan bakteri *Enterotoxigenic E.coli* (ETEC). Penelitian dilakukan untuk mengetahui jarak, lama penyinaran, persentase kematian dan pengaruh sinar ultraviolet yang dapat mematikan bakteri ETEC. Metode penanaman dan penghitungan total koloni bakteri yang digunakan adalah plating method. Selanjutnya dilakukan pewarnaan gram untuk melihat bentuk sel bakteri uji. Hasil penelitian menunjukkan, persentase kematian bakteri ETEC tertinggi yaitu pada jarak 15 cm dengan lama penyinaran 15 menit dengan intensitas 40 lux, sebesar 91,36%. Sedangkan pada jarak 30 cm dengan lama penyinaran 5 menit dan intensitas 19 lux, hanya berhasil membunuh bakteri sebesar 19,52%. Sel bakteri ETEC yang telah diberi penyinaran, bentuk sel bakteri ETEC mengalami perubahan menjadi elips, ada yang mengalami lisis dan susunan rantai terputus.

**Kata Kunci :** Ultraviolet, jarak, lama penyinaran, *Enterotoxigenic E.coli* (ETEC).

**Abstract**

The research has been done about the effects of ultraviolet on the growth of *Enterotoxigenic E.coli* (ETEC) bacteria. The research was conducted to determine the distance, the irradiation time, the percentage of deaths and the influence of ultraviolet that can kill ETEC bacteria. The method used is plating method, i.e. by counting the total colony of bacteria and followed by gram staining to observe the morphology of ETEC bacteria. The results showed, the highest percentage of deaths ETEC bacteria is at a distance of 15 cm for 15 minutes irradiation with intensity of 40 lux was 91.36%. Meanwhile, at a distance of 30 cm for 5 minutes irradiation with intensity of 19 lux, only succeeded to kill about 19.52%. ETEC bacterial cell shape changed from bacillus to elips form, broken chains, and the cell become lysis.

**Keywords :** Ultraviolet, distance, irradiation time, *Enterotoxigenic E.coli* (ETEC).

## Pendahuluan

Diare akut pada orang dewasa merupakan gejala penyakit yang umum dijumpai. Diare didefinisikan sebagai buang air besar dengan feses yang tidak berbentuk (*unformed stools*) atau cair dengan frekuensi lebih dari 3 kali dalam 24 jam. Diare dapat disebabkan oleh bakteri seperti *Vibrio cholera*, *Enterotoxigenic E.coli* (ETEC), *Salmonella* (Zein, 2004). *E coli* merupakan bakteri yang hidup di dalam usus semua jenis hewan dan manusia. Sebagian kecil jenis *E. coli* dapat menyebabkan penyakit pada manusia melalui beberapa mekanisme yang berbeda. Diantaranya, penghasil racun pada saluran pencernaan yaitu *Enterotoxigenic E.coli* (ETEC). ETEC merupakan sebagian kecil dari spesies *E.coli* yang sesuai dengan asal katanya, menyebabkan sakit diare yang diderita oleh manusia dari segala umur dan berbagai lokasi di dunia. Bakteri ini sering menyebabkan diare pada bayi di Negara-negara kurang berkembang (Zein, 2004).

Salah satu cara untuk membunuh bakteri yaitu dengan menggunakan sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet selain bersumber dari cahaya matahari juga berasal dari lampu yang memiliki panjang gelombang rendah dan mengandung merkuri pada tekanan rendah (Chandra, 2007). Pemanfaatan disinfektan banyak dilakukan untuk mematikan bakteri namun penggunaan system UV adalah pilihan terbaik untuk mematikan bakteri tanpa menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Sinar UV efektif dalam mematikan mikroorganisme patogen seperti virus dan protozoa, bahkan beberapa jenis bakteri di udara dapat dimatikan dalam 10 menit oleh sinar ultraviolet (LeChevallier, 2004).

Penelitian yang dilakukan oleh Maria Ulfa (2007) dengan sampel bakteri *Staphylococcus aerus* diperoleh bahwa pada intensitas 28 lux, pada jarak 15 cm dengan lama penyinaran 15 menit didapatkan persentase kematian bakteri terbesar yaitu sebesar 78,9%. Penyinaran UV akan sangat baik bila diterapkan pada intensitas tinggi dengan jarak yang dekat dan waktu yang cukup lama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jarak dan waktu penyinaran sinar UV yang dapat mematikan bakteri ETEC, untuk mengetahui persentase kematian bakteri ETEC yang disebabkan oleh penyinaran sinar UV serta untuk mengetahui pengaruh sinar ultraviolet terhadap bakteri ETEC penyebab penyakit diare.

## Metode Penelitian

### Alat dan Bahan

Cawan petri, koloni counter, jarum ose, beaker glass, jarum ose, gelas ukur, neraca analitik, Erlenmeyer, pipet ukur, tabung reaksi, tabung reaksi, Biakan bakteri ETEC, Nutrient Agar (NA), Nutrient Broth (NB), alcohol 96%, aquades, kapas. Sedangkan alat penyinaran UV meliputi lampu germisidal Sankyo Denky (G20T10) 20 Watt, penggaris, karton hitam, lux meter, statif, dan stopwatch.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu tahap persiapan, perlakuan sampel dan pengambilan data.

### 1. Tahap Persiapan

Persiapan meliputi 2 macam yaitu persiapan pada penyinaran UV dan persiapan terhadap perlakuan bakteri ETEC. Persiapan perlakuan bakteri ETEC dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Udayana yang meliputi sterilisasi alat dan bahan, pembuatan media, peremajaan bakteri ETEC dan membuat suspensi bakteri ETEC

### 2. Tahap Perlakuan Sampel

Suspensi dari tabung rekasi dituang ke dalam 72 cawan petri secara aseptis masing-masing 1 ml, 36 petri digunakan sebagai kontrol dan 36 petri lainnya akan disinari dengan lampu UV. Intensitas cahaya dari lampu UV diukur oleh luxmeter. Suspensi bakteri yang disinari dengan lampu UV diberi variasi jarak, mulai dari 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm dari sumber cahaya dengan kisaran waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit, setelah disinari, sampel kemudian diinkubasi terbalik selama suhu 37°C selama 48 jam kemudian dihitung jumlah koloninya.

### 3. Tahap Pengambilan Data

Data diambil dengan menghitung koloni dari sampel kontrol bakteri yang ditimbulkan oleh bakteri ETEC, kemudian membandingkan jumlah koloni bakteri ETEC pada sampel yang disinari dengan lampu UV dengan intensitas, waktu dan jarak yang ditentukan. Data yang diambil yaitu persentase kematian bakteri ETEC dengan rumus :

$$P = \frac{X}{Y} \times 100\%$$

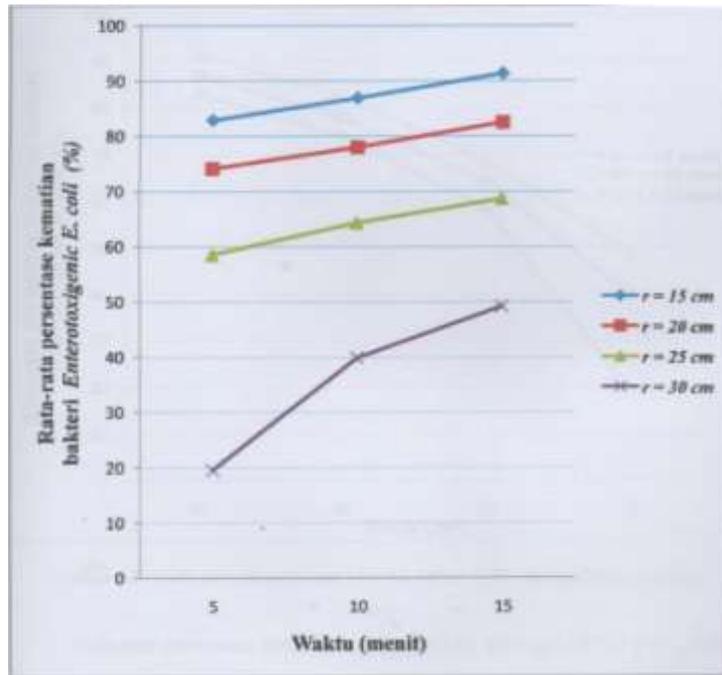
Dengan P = persentase kematian bakteri ETEC, X = Selisih antara jumlah koloni kontrol dan treatment dan Y = jumlah koloni kontrol.

Analisa data dianalisa dengan distribusi-t dimana distribusi t digunakan untuk menduga parameter dengan jumlah sampel yang kecil ( $n < 30$ ).

## Hasil dan Pembahasan

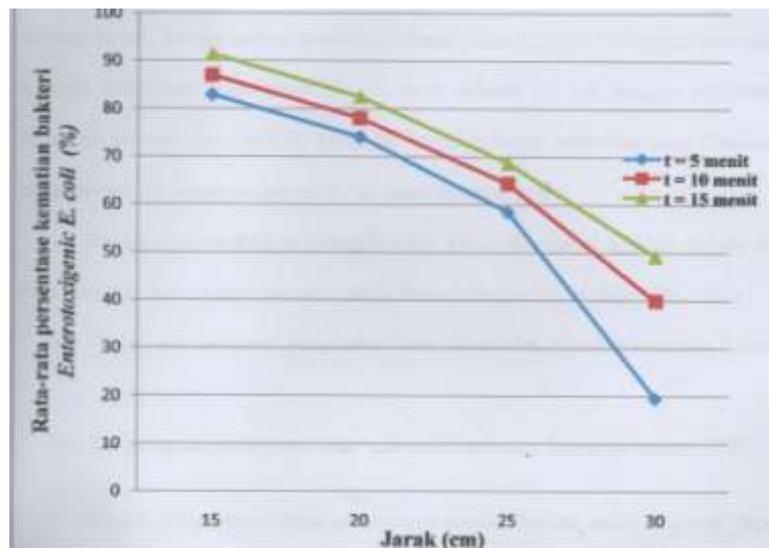
### Hasil Penelitian

Hubungan antara rata-rata persentase kematian bakteri ETEC terhadap lama penyinaran ditunjukkan pada Gambar 1. Rata-rata persentase kematian bakteri ETEC paling besar adalah 91,36% terjadi pada waktu penyinaran 15 menit sedangkan rata-rata persentase kematian bakteri ETEC yang paling rendah adalah 19,52% terjadi pada penyinaran 5 menit sehingga semakin lama penyinaran sinar ultraviolet terhadap bakteri ETEC maka rata-rata persentase kematian bakteri ETEC akan semakin tinggi.



**Gambar 1.** Grafik rata-rata kematian (persentase) bakteri ETEC terhadap lama penyinaran ultraviolet

Kematian bakteri juga dipengaruhi oleh jarak penyinaran terhadap bakteri seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Rata-rata persentase kematian bakteri ETEC tertinggi terjadi pada jarak 15 cm yaitu sebesar 91,36%, sedangkan rata-rata persentase kematian bakteri ETEC terendah terjadi pada jarak 30 cm yaitu sebesar 19,52% sehingga pada jarak penyinaran yang pendek maka rata-rata oersentase kematian ETEC akan semakin besar.

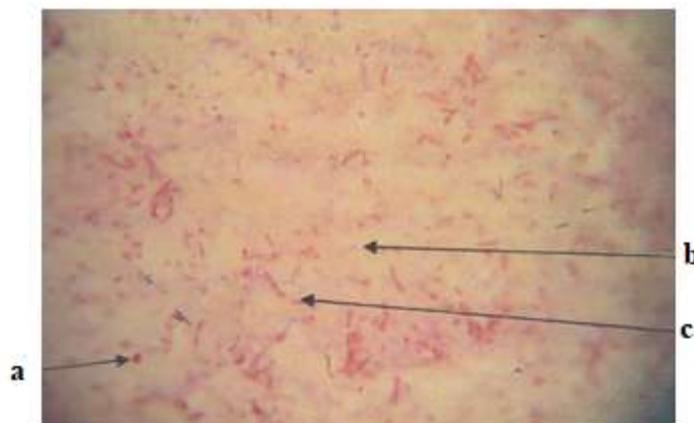


**Gambar 2.** Grafik rata-rata kematian (persentase) bakteri ETEC terhadap jarak penyinaran ultraviolet

Jarak mempengaruhi intensitas yang dihasilkan oleh lampu ultraviolet. Semakin dekat jarak lampu ultraviolet terhadap sampel bakteri, maka akan semakin besar pula intensitas yang dihasilkan oleh lampu ultraviolet. Hal ini dinyatakan oleh Gabriel (2001) bahwa intensitas merupakan energi per satuan waktu penyinaran yang ditransmisikan per satuan luas dan luas bertambah sebanding dengan kuadrat jarak dari sumber cahaya. Intensitas yang diterima pada jarak R dari sumber akan sebanding dengan  $1/R^2$ . Intensitas tertinggi didapatkan pada jarak 15 cm yaitu sebesar 40 lux dan persentase kematiannya sebesar 91,36% sedangkan intensitas terkecil didapatkan pada jarak 30 cm yaitu sebesar 19 lux dengan persentase terkecil yaitu 19,52%. Semakin tinggi intensitas yang diberikan maka persentase kematian bakteri ETEC akan semakin besar.

Perbandingan antara koloni bakteri ETEC yang tidak disinari (kontrol) dan koloni bakteri yang telah disinari dengan sinar ultraviolet pada jarak 15 cm dan waktu penyinaran 15 menit dan diinkubasi selama 2 hari pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  dapat dilihat dari jumlah populasi (koloni) bakteri ETEC. Pada sampel kontrol adalah 125 cfu/ml sedangkan sampel treatment pada jarak 15 cm dan waktu penyinaran 15 menit, jumlah koloni yang tumbuh adalah 5 cfu/ml.

Setelah melakukan pewarnaan gram, sel ETEC yang disinari ultraviolet diamati dengan menggunakan mikroskop didapatkan morfologi bakteri ETEC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 bahwa bentuk sel ETEC yang berbentuk batang menjadi elips bahkan ada yang berbentuk bulat (a), ada sel yang mengalami lisis (keluarnya cairan dalam sel) (b) dan susunan rantai terputus (c).



**Gambar 3.** Morfologi bakteri ETEC yang telah disinari dengan sinar ultraviolet

- (a) Bentuk sel ETEC berbentuk bulat
- (b) Terjadi lysis
- (c) Susunan rantai ETEC terputus

### Pembahasan

Dari data pengamatan yang diperoleh dari hasil penelitian ini, persentase kematian bakteri ETEC tertinggi yaitu pada jarak 15 cm dengan lama penyinaran 15 menit dengan intensitas 40 lux yaitu sebesar 91,36 % sedangkan pada jarak 30 cm dengan lama penyinaran 5 menit dan intensitas 19 lux hanya berhasil membunuh bakteri sebesar 19,52%. Dari data pengamatan dapat diketahui bahwa jarak

mempengaruhi intensitas yang dihasilkan oleh lampu UV. Semakin dekat jarak lampu UV terhadap sampel bakteri, maka akan semakin besar pula intensitas yang dihasilkan oleh lampu UV. Semakin besar intensitas yang diberikan maka semakin tinggi tingkat kematian bakteri, begitu pula sebaliknya, semakin kecil intensitas yang diterima maka kematian bakteri ETEC maka tingkat kematian akan semakin kecil.

Secara umum cahaya memiliki sifat merusak sel mikroorganisme yang tidak mempunyai pigmen fotosintesa. Kerusakan yang disebabkan oleh sinar atau cahaya sinar ultraviolet, infrared, sinar-X dan sinar gamma dapat merusak sel dan menghambat pertumbuhan dari mikroorganisme (Sawardana, 1997). Menurut Kencana (2004), menyatakan bahwa bakteri *Staphylococcus aerus* setelah diberi radiasi gelombang ultrasonic, dinding selnya akan pecah dan bentuk selnya akan mengkerut atau mengecil dengan susunan yang tidak beraturan. Pendapat serupa juga dikemukakan oleh Sarwadana (1997) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh sinar gamma pada *Ipomoea trifida* terhadap penyakit kudis (*Elsino batatas*) didapatkan bahwa apabila diberi penyinaran pada jarak yang dekat, intensitas yang tinggi, dosis radiasi yang tinggi dan dengan energy yang berlebihan maka akan mengakibatkan sel mikroorganisme akan mengalami kematian, perubahan genetic dan kecendrungan menurunnya jumlah sel mikroorganisme tersebut.

Penyinaran sinar ultraviolet pada mikroorganisme berpengaruh pada pertumbuhan sel mikroorganisme. Ultraviolet pada panjang gelombang 245 nm dapat mematikan mikroorganisme karena dapat menyebabkan kerusakan pada DNA (Lopez-Malo & Palou, 2005). Bintsis *et al.*, (2000) menyatakan bahwa radiasi ultraviolet dalam rentang 250-260 nm sangat mematikan bagi sebagian besar mikroorganisme termasuk jamur, bakteri, virus, protozoa dan algae. Penyinaran ultraviolet pada *E.coli* dapat mempengaruhi suseptibilitas sel pada *E.coli* sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan kerusakan pada membrane (Karina *et al.*, 2004). Penelitian mengenai pengaruh sinar ultraviolet terhadap pertumbuhan bakteri ETEC didapatkan bahwa kerusakan sel bakteri ETEC disebabkan oleh pengaruh sinar ultraviolet. Hal ini didukung oleh Sumiawiria (1986) yang menyatakan bahwa jika energy radiasi diserap oleh sel mikroorganisme akan menyebabkan terjadinya ionisasi komponen sel yang dapat menyebabkan kematian, perubahan genetika dan dapat pula menghambat pertumbuhan sel bakteri.

Pewarnaan gram pada bakteri ETEC yang tidak diberi penyinaran (kontrol) menunjukkan bahwa bakteri ETEC merupakan bakteri gram negative yang berbentuk batang (*bacillus*) dengan warna merah gelap, dan membentuk susunan rantai. Hasil pewarnaan bakteri ETEC yang diberikan penyinaran pada jarak 15 cm selama 15 menit menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara kedua sampel (kontrol dan perlakuan). Sel bakteri ETEC yang telah disinari bentuknya tidak teratur, berwarna merah bening, susunan rantai terputus dan ada yang mengalami lisis. Bentuk sel ETEC yang semula berbentuk (*bacillus*) berubah menjadi elips (*coccobacillus*).

Dari hasil penyinaran ultraviolet pada bakteri ETEC, masih terdapat koloni bakteri ETEC yang hidup. Pada umumnya organisme memiliki kemampuan untuk bertahan terhadap efek sinar ultraviolet, begitu pula dengan bakteri. Bakteri memiliki dua mekanisme untuk bertahan terhadap sinar ultraviolet, yaitu *Light independence* atau disebut juga dengan *dark repair* (Jungfer, 2007) yaitu dengan melibatkan asam nukleat dan proses multi enzim yang bergantung pada energy yang tersedia (Cairns,

1993; Lindenauer & Darby, 1994). Mekanisme kedua adalah fotoreaksi, yaitu peristiwa dimana ultraviolet dapat memperbaiki kerusakan pada DNA dengan pemanfaatan energy pada panjang gelombang 310-480 nm sehingga hal tersebut dapat mengurangi efek kerusakan dari sinar ultraviolet (Tosa & Hirata, 1995).

Penelitian-penelitian lain menunjukkan bahwa radiasi ultraviolet C pada 250 J/cm<sup>2</sup>/s sangat efektif mematikan *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Acanthamoeba*, dan *Aspergillus Niger* dalam 0,37 jam (Gritz *et al*, 1990). Penyinaran ultraviolet juga dapat diterapkan pada minuman seperti sirup, namun tingkat keberhasilannya tergantung pada jenis cairan dan kapasitas penyerapan sinar ultraviolet (Bintsis *et al.*, 2000).

### Kesimpulan

Sinar ultraviolet berpengaruh terhadap morfologi dari bakteri ETEC yaitu berubahnya bentuk sel bakteri ETEC menjadi elips (*coccobacillus*), susunan rantainya terputus dan ada yang mengalami lysis. Rata-rata persentase kematian bakteri ETEC tertinggi adalah 91,36% yaitu pada jarak 15 cm dan waktu penyinaran 15 menit dengan intensitas penyinaran 40 lux sedangkan rata-rata persentase kematian bakteri ETEC yang terendah adalah 19,52% yaitu pada jarak 30 cm dan waktu penyinaran 5 menit dengan intensitas penyinaran 19 lux.

### Daftar Pustaka

- Bintsis, T. Litopoulou-Tzanetaki, E. Robinson, R.K., 2000. Existing and Potential Applications of Ultraviolet Light in The Food Industry-A Critical Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80.
- Cairns W.L. 1993. *Comparing disinfection by Ultraviolet Light and Chlorination-The Implication of Mechanism for Practice*. In Proceedings of Planning, Design & Operations of Effluent Disinfection Systems. Special Wat. Environ. Fed. Conf. Ser. Wippany. New Jersey.
- Gabriel, J.F. 2001. *Fisika Kedokteran*. Penerbit Hipokrates Jakarta
- Gritz, D.C. Lee, T.Y., McDonnell, P.J. Shih, K. Baron, N. 1990. Ultraviolet Radiation for The Sterilization of Contact Lenses. *Contact Lens Association of Ophthalmologists Journal* 16.
- Jungfer, C., Schwartz, T., Obst, U. 2007. UV-Induced Dark Repair Mechanisms in Bacteria Associated with Drinking Water. *Water Research* 41.
- Karina I Dantur, Ram A. Pizzaro. 2003. Effect of Growth Phase on The Escherichia coli Response to Ultraviolet-A Radiation : Influence of Conditioned Media, Hydrogen Peroxide and Acetate. *Journal of Photochemistry and Photobiology B : Biology* 75
- Kencana, Dewi. 2004. *Pengaruh Gelombang Ultrasonik terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus dan Salmonella sp.* Skripsi. Jurusan Biologi FMIPA Unud.
- LeChevallier, Mark K., Kwok-Keung Au. 2004. *Water Treatment and Pathogen Control : Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water*. World Health Organization and IWA Publishing. London.

- Lopez-Malo, A. Palou, E. 2005. *Ultraviolet Light and Food Preservation In : Barbosa-Canovas*. Novel Food Processing Technologies. CRC Press. Boca Raton. FL.
- Sarwadana, Sang Made. 1997. Pengaruh Radiasi Sinar Gamma pada *Ipomoea trifida* terhadap Ketahanan Penyakit Kudis (*Elsino batatas*). *Majalah Ilmiah Unud No. 50*. Lembaga Penelitian Universitas Udayana. Denpasar.
- Suriawiria, Unud. 1986. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Angkasa : Bandung
- Ulfah, Maria. 2007. *Pengaruh Sinar Ultraviolet terhadap Bakteri Staphylococcus aureus*. Skripsi. Jurusan Fisika FMIPA Unud.
- Zein, Umar. 2004. *Diare Akut Infeksius pada Dewasa*, e-USU Repository Universitas Sumatera Utara. Medan.