

**IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli*, *Shigella sp*, DAN *Salmonella sp*
PADA AIR SUMUR DI WILAYAH PEMBUANGAN LIMBAH TAHU DAN
LIMBAH IKAN KOTA BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

**Oleh
BUNGA ULAMA NISYA TANTRI**



**UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

**IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli*, *Shigella sp*, DAN *Salmonella sp*
PADA AIR SUMUR DI WILAYAH PEMBUANGAN LIMBAH TAHU DAN
LIMBAH IKAN KOTA BANDAR LAMPUNG**

**Oleh
BUNGA ULAMA NISYA TANTRI**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Fakultas Kedokteran
Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, AND *Shigella sp* IN THE WELLS WATER IN DISPOSAL AREA OF WASTE TOFU AND WASTE FISH IN BANDAR LAMPUNG

By

BUNGA ULAMA NISYA TANTRI

Background: Waste tofu and waste fish that is not processed and directly discharged into river will seep into the ground. Polluted water will be used by people and caused diarrhea. Diarrhea is a disease that transmitted through water. One of the causes of diarrhea are bacteria that transmit through water, *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* and *Shigella sp.*

Method: This research uses 7 samples from wells water in the disposal area of waste tofu and 7 samples out of the wells water in the disposal area of waste fish. Bacteria isolated on *Mc Conkey* media, used gram staining and biochemical tests. Biochemical test that writer use are TSIA, SIM test, and Simmon's Citrate test.

Results: In wells water in the disposal area of waste tofu, there are only a bacterium *Shigella sp.* In wells water in the disposal area of waste fish are *Escherichia coli* and *Shigella sp.*

Conclusion: Diarrhea-causing bacteria in the disposal area of waste tofu is *Shigella sp.*, While the diarrhea-causing bacteria in the disposal area of waste fish are *Escherichia coli* and *Shigella sp.*

Key word: diarrhea-causing bacteria, waste tofu, waste fish

ABSTRAK

IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli*, *Shigella sp*, DAN *Salmonella sp* PADA AIR SUMUR DI WILAYAH PEMBUANGAN LIMBAH TAHU DAN LIMBAH IKAN KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

BUNGA ULAMA NISYA TANTRI

Latar Belakang: Limbah tahu dan limbah ikan yang tidak diolah dan langsung dibuang ke badan air akan merembes ke dalam tanah. Air tanah yang tercemar digunakan masyarakat dapat menyebabkan diare. Diare adalah penyakit yang ditularkan melalui air. Salah satu penyebab diare adalah bakteri yang bertransmisi melalui air, yaitu *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* dan *Shigella sp.*

Metode: Penelitian ini menggunakan 7 sampel dari air sumur di wilayah pembuangan limbah tahu dan 7 sampel dari air sumur di wilayah pembuangan limbah ikan. Bakteri diisolasi pada media *Mc Conkey*, dilakukan pewarnaan gram dan uji biokimia. Uji biokimia yang digunakan yaitu Uji TSIA, Uji SIM, dan Uji *Simmon's Citrate*.

Hasil: Pada air sumur di wilayah pembuangan limbah tahu hanya terdapat bakteri *Shigella sp.* Pada air sumur di wilayah pembuangan limbah ikan terdapat bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella sp.*

Simpulan: Bakteri penyebab diare di wilayah pembuangan limbah tahu adalah *Shigella sp.*, sedangkan bakteri penyebab diare di wilayah pembuangan limbah ikan adalah *Escherichia coli* dan *Shigella sp.*

Kata kunci: bakteri penyebab diare, limbah tahu, limbah ikan

Judul Proposal : **IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli*,
Salmonella sp dan *Shigella sp* PADA AIR
SUMUR DI WILAYAH PEMBUANGAN
LIMBAH TAHU DAN LIMBAH IKAN KOTA
BANDAR LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Bunga Ulama Nisya Tantri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1318011037**

Program Studi : **Pendidikan Dokter**

Fakultas : **Kedokteran**



dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes
NIP. 197609032005012001

dr. Dwita Oktaria, S.Ked., M.Pd.Ked
NIP. 198410152010122003

Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes, Sp.PA
NIP. 197012082001121001

MENGESAHKAH

1. Tim Penguji

Ketua : dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes.

Sekretaris : dr. Dwita Oktaria, S.Ked., M.Pd.Ked.

Penguji Bukan Pembimbing : Prof.Dr.dr. Efrida Warganegara, S.Ked., M.Kes. Sp.MK.

2. Dekan Fakultas Kedokteran

Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA
NIP 19701208 2001 12 1 001



Tanggal lulus ujian skripsi: 23 Januari 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa :

1. Skripsi dengan judul “**IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli*, *Shigella sp*, DAN *Salmonella sp* PADA AIR SUMUR DI WILAYAH PEMBUANGAN LIMBAH TAHU DAN LIMBAH IKAN KOTA BANDAR LAMPUNG**” adalah hasil karya sendiri dan tidak ada penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah atau yang disebut plagiarisme
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, 23 Januari 2017

Pembuat Pernyataan



Bunga Ulama Nisya Tantri

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 11 April 1995, merupakan anak kelima dari lima bersaudara, dari Ayahanda Usman Arifin dan Ibunda Betty Herawati.

Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) diselesaikan di TK Aisyah Metro pada tahun 2001, menempuh Sekolah Dasar (SD) di SDN 3 Metro hingga tahun 2003, SDN 1 Gotong Royong hingga tahun 2004, dan diselesaikan di SD Pertiwi Teladan Metro pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMPN 25 Bandar Lampung pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMAN 3 Bandar Lampung pada tahun 2013.

Tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung lewat jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif pada organisasi PMPATD Pakis Rescue Team, dan FSI pada tahun 2013-2015. Selain itu, penulis juga merupakan salah satu anggota tim Asisten Dosen Histologi.

*Dengan segala kerendahan hati,
Kupersembahkan karya sederhanaku ini kepada
Keluarga besarku tercinta..*

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Bakteri *Escherichia Coli*, *Shigella Sp*, dan *Salmonella Sp* Pada Air Sumur Di Wilayah Pembuangan Limbah Tahu dan Limbah Ikan Kota Bandar Lampung”.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, saran, bimbingan dan kritik dari berbagai pihak. Maka dengan segenap kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., Selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes selaku Pembimbing Satu dan Pembimbing Akademik atas kesediaannya untuk meluangkan banyak

waktu, membimbing, memberikan nasihat, saran, dan kritik yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi ini;

4. dr. Dwita Oktaria, S.Ked., M.Pd.Ked selaku Pembimbing Kedua atas kesediaannya untuk meluangkan waktu, memberikan nasihat, membimbing, memberikan nasihat, saran, dan kritik yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Prof.Dr.dr. Efrida Warganegara, S.Ked., M.Kes., Sp.MK selaku Penguji Utama pada Ujian Skripsi, terima kasih atas bimbingan, waktu, ilmu dan saran-saran yang telah banyak diberikan;
6. Seluruh staf pengajar dan karyawan Fakultas Kedokteran Unila atas bimbingan, ilmu, dan waktu, yang telah diberikan dalam proses perkuliahan.
7. Terimakasih teruntuk kedua orang tua dan keluarga atas dukungan yang diberikan.
8. Terimakasih kepada Elly, Fikha, Sita, dan Susi.
9. Terimakasih kepada Ayang, Ajeng, Dita, Hanum, Intan, Laras, Nada, Putri, Wage, dan Wanda.
10. Terima kasih kepada teman-teman CERE13ELUMS.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya. Terima kasih.

Bandar Lampung, 5 Januari 2016

Penulis

Bunga Ulama Nisya Tantri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL)	7
2.2. Limbah Cair Tahu	9
2.2.1. Definisi	9
2.2.2. Karakteristik Limbah Industri Tahu	10
2.2.3. Bahaya Limbah Industri Tahu	11
2.3. Limbah Cair Hasil Pengolahan Ikan	12
2.3.1. Definisi	12
2.3.2. Karakteristik Limbah Industri Hasil Pengolahan Ikan	13
2.3.3. Bahaya Limbah Industri Hasil Pengolahan Ikan	14
2.4. Bakteri Penyebab Diare yang Transmisinya Melalui Air	15
2.4.1. <i>Escherichia coli</i>	15
2.4.2. <i>Shigella sp.</i>	17
2.4.3. <i>Salmonella sp.</i>	18
2.5. Kerangka Teori	21
2.6. Kerangka Konsep	22
2.7. Hipotesis Penelitian.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Rancangan Penelitian	23
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.3. Populasi dan Sampel	23
3.4. Kriteria inklusi dan Eksklusi.....	25

3.4.1. Kriteria Inklusi	25
3.4.2. Kriteria Eksklusi	25
3.5. Identifikasi Variabel.....	25
3.5.1. Variabel Bebas	25
3.5.2. Variabel Terikat	25
3.6. Definisi Operasional	26
3.7. Alat, Bahan, dan Cara Penelitian	27
3.7.1. Alat	27
3.7.2. Bahan	27
3.7.3. Cara Penelitian.....	27
3.7.3.1. Tahap Persiapan	27
3.7.3.2. Tahap Pengujian.....	28
3.7.3.3. Tahap Interpretasi	30
3.8. Alur Penelitian	34
3.9. Pengolahan dan Analisis Data	35
3.10. Etika Penelitian.....	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	36
4.1.1. Limbah Tahu.....	36
4.1.2. Limbah Ikan.....	36
4.2. Pembahasan.....	37

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA	45
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Definisi Operasional.....	26
2. Interpretasi Hasil Uji Air Sumur di Wilayah Pembuangan Limbah Tahu	36
3. Interpretasi Hasil Uji Air Sumur di Wilayah Pembuangan Limbah Ikan.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Teori.....	21
2. Kerangka Konsep.....	22
3. Alur Penelitian	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mata pencaharian yang masih banyak dilakukan masyarakat Indonesia adalah di bidang industri. Salah satu industri yang diminati masyarakat Indonesia adalah industri tahu. Industri tahu merupakan salah satu jenis industri kecil yang dalam proses kegiatannya menghasilkan limbah cair yang nantinya akan dibuang ke saluran pembuangan air limbah. Perlu dilakukan penanganan khusus terhadap limbah cair yang dihasilkan industri ini agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan perairan di sekitarnya baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Apabila air limbah merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur tidak dapat dimanfaatkan, apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, kolera, radang usus, dan penyakit lainnya, khususnya yang berkaitan dengan air yang kotor dan sanitasi lingkungan yang tidak baik (Thamzil, 2004; Wahistina & Pujiati, 2013).

Selain industri tahu, pembuangan limbah dari pabrik pengolahan ikan ke sungai juga menyebabkan tercemarnya kondisi lingkungan terutama air sungai yang dapat berpengaruh pada air sumur di kawasan pemukiman penduduk. Masalah utama yang ditimbulkan yaitu air sumur mengalami perubahan warna menjadi keruh dan berbau sehingga dapat menimbulkan diare (Rizqon, Hari, & Taryana, 2010).

Penyakit diare adalah salah satu penyakit menular yang masih menjadi masalah utama di negara-negara berkembang. Di Indonesia penyakit ini masih menjadi masalah kesehatan masyarakat. Hal ini disebabkan tingginya angka morbiditas dan masih banyak menimbulkan kematian, terutama apabila penanganan penderitanya terlambat dilakukan. (Amaliah, 2008)

Berdasarkan survei Subdit Diare Departemen Kesehatan dari tahun 2000 sampai dengan 2010, angka morbiditas terlihat cenderung mengalami kenaikan. Pada tahun 2000 IR (*Insiden Rate*) penyakit diare 301/1000 penduduk dan tahun 2003 mengalami kenaikan menjadi 314/1000 penduduk. Tahun 2006 IR mencapai 423/1000 penduduk, dan tahun 2010 menjadi 411/1000 penduduk. Kejadian Luar Biasa (KLB) diare juga masih sering terjadi, dengan CFR (*Case Fatality Rate*) yang masih tinggi. Pada tahun 2008 terjadi KLB di 69 kecamatan dengan jumlah kasus 8.133 orang, kematian 239 orang (CFR 2,94%). Tahun 2009 terjadi KLB di 29 kecamatan dengan jumlah kasus 5.756 orang, dengan kematian 100 orang (CFR 1,74%), sedangkan pada tahun 2010 terjadi KLB diare di 33 kecamatan dengan jumlah penderita

4.204 dengan kematian 73 orang (CFR 1,74%). (Buletin Jendela Data Informasi Kemenkes RI, 2011).

Angka morbiditas (*Insidens Rate*) di Provinsi Lampung terhadap kejadian diare untuk semua kelompok umur dari tahun 2005 sampai dengan 2012 juga cenderung meningkat, yaitu dari 9,8 per 1000 penduduk menjadi 18,24 per 1000 penduduk tahun 2012. Angka ini masih jauh dibandingkan angka nasional, yaitu 374 per 1000 penduduk. Walaupun angka morbiditas meningkat namun angka mortalitas atau CFR diare masih di bawah 1% (Profil Kesehatan Provinsi Lampung, 2012).

Angka morbiditas dan mortalitas terhadap kejadian diare ini berhubungan erat dengan faktor lingkungan. Menurut Adisasmito (2007), banyak faktor yang menyebabkan penyakit diare antara lain faktor lingkungan, faktor balita, faktor ibu, dan faktor sosiodemografis. Faktor lingkungan merupakan faktor yang cukup banyak diteliti dan dibahas dari berbagai aspek seperti dari sumber air bersih, keadaan rumah, tempat pembuangan sampah, kualitas bakteriologis air bersih, kepadatan hunian, jamban, dan saluran pembuangan air limbah.

Sumber air bersih yang tidak baik merupakan hal yang paling sering menyebabkan diare. Penyakit diare adalah penyakit yang dapat disebabkan oleh bakteri yang bertransmisi melalui air seperti *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* (non thypoid), dan *Shigella sp.* (Puspitasari & Mukono, 2013).

Berdasarkan beberapa pustaka yang diperoleh peneliti, ternyata belum dilakukan penelitian mengenai keberadaan bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan *Shigella sp.* pada air sumur di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah hasil pengolahan ikan. Dari uraian diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai keberadaan bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan *Shigella sp.* pada air sumur penduduk di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah hasil pengolahan ikan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Apakah terdapat bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan *Shigella sp.* pada air sumur di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah pengolahan ikan Kota Bandar Lampung?”

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui keberadaan bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan *Shigella sp.* pada air sumur penduduk di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah hasil pengolahan ikan Kota Bandar Lampung.

1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui keberadaan bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan *Shigella sp.* pada sumber air di wilayah pembuangan limbah tahu.

- b. Mengetahui keberadaan bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan *Shigella sp.* pada sumber air di wilayah pembuangan limbah hasil pengolahan ikan.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam melaksanakan penelitian terutama yang berkaitan dengan bidang mikrobiologi klinik serta menambah wawasan peneliti mengenai masalah kesehatan di masyarakat terutama yang diakibatkan oleh faktor lingkungan.

1.4.2. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai bahaya yang ditimbulkan dari pembuangan limbah yang tidak sesuai syarat terhadap air sumur yang digunakan masyarakat.

1.4.3. Bagi Instansi Terkait

Sebagai tambahan informasi dan bahan masukan terhadap industri kecil mengenai pentingnya pengolahan limbah hasil industri bagi kesehatan masyarakat sekitar serta sebagai tambahan informasi Puskesmas mengenai bakteri yang terdapat di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah hasil pengolahan ikan.

1.4.4. Bagi Peneliti Lain

Sebagai data dasar bagi peneliti selanjutnya yang ingin meneliti tentang hubungan pembuangan limbah dan kejadian diare.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL)

Menurut Manek & Suherman (2013), kondisi Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) yang tidak memenuhi syarat mempunyai resiko 3,588 kali untuk mengalami kejadian penyakit diare. Air buangan atau air limbah adalah air buangan yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya yang mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan lingkungan dan kehidupan manusia. Air limbah yang berasal dari rumah tangga diantaranya adalah berasal dari tinja yang berpotensi mengandung mikroba pathogen, air seni yang kemungkinan kecil mengandung mikroorganisme, dan air bekas cucian dapur, mesin cuci atau kamar mandi (Sarudji, 2010; Suyono & Budiman, 2010).

Air limbah industri adalah air limbah yang berasal dari rangkaian proses produksi suatu industri, dengan demikian maka air limbah tersebut dapat mengandung komponen yang berasal dari proses produksi tersebut dan apabila dibuang ke lingkungan tanpa pengelolaan yang benar tentu akan dapat

mengganggu badan air penerima. Salah satu jenis air limbah industri adalah air limbah industri organik tinggi. Berbagai jenis air limbah industri organik tinggi antara lain dihasilkan dari industri alkohol, tahu, tapioka, gula, tekstil, pengolahan ikan, bir, dan lain-lain (Moertinah, 2010).

Sesuai dengan zat yang terkandung di dalamnya, air limbah yang tidak diolah terlebih dahulu akan menyebabkan berbagai gangguan kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup, diantaranya air limbah dapat mengandung bibit penyakit yang dapat menimbulkan penyakit bawaan air (*waterborne disease*), akan menjadi transmisi atau media penyebaran penyakit, terutama kolera, *typhus abdominalis*, dan disentri basiler, menjadi media perkembangbiakan mikroba patogen, menjadi media perkembangbiakan nyamuk atau tempat hidup larva nyamuk. Air limbah yang dibuang secara langsung ke air permukaan (sungai dan danau) juga dapat mencemari air permukaan tersebut, air limbah tersebut akan mengurangi kadar oksigen dalam air sehingga mengganggu kehidupan yang berada di dalamnya. Selain itu, air limbah juga dapat mencemari air tanah sehingga tanah tidak dapat lagi digunakan sesuai dengan fungsinya (Sarudji 2010).

Untuk mencegah dan mengurangi akibat-akibat buruk tersebut di atas, diperlukan kondisi, persyaratan dan upaya-upaya yang dilakukan sehingga air limbah tersebut tidak mengakibatkan kontaminasi terhadap sumber air minum, tidak mengakibatkan pencemaran terhadap permukaan tanah, tidak menyebabkan pencemaran air untuk mandi, perikanan, air sungai, atau

tempat-tempat rekreasi, tidak dapat dihindari serangga, tikus, dan tidak menjadi tempat perkembangbiakan mikroorganisme penyebab penyakit dan vektor, tidak terbuka atau terkena udara luar (jika tidak diolah), serta tidak dapat dicapai oleh anak-anak, dan baunya tidak mengganggu kenyamanan (Nuraeni, 2012).

2.2. Limbah Cair Tahu

2.2.1. Definisi

Limbah industri tahu pada umumnya dibagi menjadi dua bentuk limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat industri pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25%-35% dari produk tahu yang dihasilkan. Ampas tahu masih mengandung kadar protein cukup tinggi sehingga masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak dan ikan, misalnya ikan bandeng. Salah satu sifat dari ampas tahu ini adalah mempunyai sifat yang cepat tengik (basi dan tidak tahan lama) serta menimbulkan bau busuk jika tidak cepat dikelola. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu sebagian besar adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (Husni & Esmiralda, 2010).

Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan, dan pengepresan atau pencetakan tahu. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan (Kaswinarni, 2007).

2.2.2. Karakteristik Limbah Industri Tahu

Limbah cair industri tahu merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan. Karakteristik air buangan yang dihasilkan berbeda karena berasal dari proses yang berbeda. Karakteristik buangan industri tahu meliputi dua hal, yaitu karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, suhu, warna, dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik, dan gas. Suhu air limbah tahu berkisar 37°- 45°C; pH 4-9; kekeruhan (TSS) 535-585 FTU; warna 2.225-2.250 Pt.Co; amonia 23,3-23,5 mg/L; BOD (*Biological Oxygen Demand*) 6.000-8.000 mg/L dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) 7.500-14.000 mg/L (Kaswinarni, 2007).

Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak, garam, dan minyak. Senyawa-senyawa berupa protein dan karbohidrat memiliki jumlah yang paling besar yaitu 40%-60% dan 25%-50% sedangkan lemak 10%. Komponen terbesar dari limbah cair tahu yaitu protein (N-total) sebesar 226,06- 434,78 mg/l, sehingga masuknya limbah cair tahu ke lingkungan perairan akan meningkatkan total nitrogen di perairan tersebut. Kadar garam bisa mencapai 2% tergantung cara pengolahannya. Gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah tahu adalah gas nitrogen (N_2), amonia (NH_3), Oksigen (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), karbondioksida (CO_2), dan metana (CH_4). Gas- gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan- bahan organik yang terdapat di dalam air buangan. (Husni & Esmiralda, 2010)

2.2.3. Bahaya Limbah Industri Tahu

Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan biologi, yang akan menghasilkan zat beracun. Selain itu juga menciptakan media untuk pertumbuhan kuman. Kuman dapat berupa kuman penyakit atau kuman lain yang merugikan baik pada tahu itu sendiri ataupun pada tubuh manusia. Jika dibiarkan air akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk dapat mengakibatkan sakit pernapasan. Jika air limbah merembes ke dalam tanah dekat dengan sumur, maka air sumur tidak dapat dimanfaatkan. Jika limbah dialirkan

ke sungai akan mencemari sungai, dan jika masih digunakan maka akan menimbulkan penyakit gatal, diare, dan penyakit lainnya (Azhari, 2014).

2.3. Limbah Cair Hasil Pengolahan Ikan

2.3.1. Definisi

Berkembangnya agroindustri hasil perikanan selain membawa dampak positif yaitu sebagai penghasil devisa, memberikan nilai tambah, dan penyerapan tenaga kerja, juga telah memberikan dampak negatif yaitu berupa buangan limbah. Limbah hasil dari kegiatan tersebut dapat berupa limbah padat dan limbah cair (Ibrahim, 2005).

Limbah cair dapat berasal dari air pencuci, air pembersih peralatan, lelehan es dari ruang produksi dan sebagainya. Limbah cair ini mengandung bahan-bahan organik yang berpotensi untuk menimbulkan efek negatif bagi lingkungan (Sjafei, 2002).

Terlepas dari usaha-usaha untuk mendaur ulang (*recycle*) dan penggunaan ulang (*re-use*) limbah sisa produksi tersebut, limbah cair yang dibuang ke badan air masih mengandung nutrien organik yang cukup tinggi. Kandungan nutrien organik yang tinggi ini apabila berada dalam badan air akan menyebabkan eutrofikasi pada perairan umum, yang kemudian akan menyebabkan kematian organisme yang hidup dalam air tersebut, pendangkalan, penyuburan ganggang, dan bau yang tidak nyaman (Ibrahim, 2005).

2.3.2. Karakteristik Limbah Industri Hasil Pengolahan Ikan

Berdasarkan kutipan Ibrahim (2005) disebutkan bahwa limbah cair industri perikanan mengandung bahan organik yang tinggi. Tingkat pencemaran limbah cair industri pengolahan perikanan sangat tergantung pada tipe proses pengolahan dan spesies ikan yang diolah. Jumlah debit air limbah pada air buangan umumnya berasal dari proses pengolahan dan pencucian. Setiap operasi pengolahan ikan akan menghasilkan cairan dari pemotongan, pencucian, dan pengolahan produk. Cairan ini mengandung darah dan potongan-potongan kecil ikan dan kulit, isi perut, kondensat dari operasi pemasakan, dan air pendinginan dari kondensor.

Bagian terbesar kontribusi beban organik pada limbah perikanan berasal dari industri pengalengan dengan beban COD $37,56 \text{ kg/m}^3$, disusul oleh industri pengolahan filet ikan salmon yang menghasilkan beban limbah COD $1,46 \text{ kg/m}^3$. Kemudian industri krustasea dengan beban COD yang kecil. Perbandingan beban organik yang disumbangkan oleh industri pengalengan, pemfiletan salmon dan krustasea adalah 74,3%, 21,6% dan 4,1%. Peneliti yang lain juga melaporkan hal yang sama dengan indikator beban pencemar organik yang lain yang berasal dari industri pengolahan perikanan (Ibrahim 2005).

Suhu rata-rata pada limbah hasil pengolahan ikan adalah 30°-40°C, sedangkan air sumur di wilayah pembuangan limbah ikan memiliki suhu 27,5°-29°C. Limbah hasil pengolahan ikan memiliki pH yang masih normal sekitar 6-7 (Rizqon, Hari, dan Taryana, 2010).

2.3.3. Bahaya Limbah Industri Hasil Pengolahan Ikan

Pengaruh limbah hasil pengolahan ikan langsung terhadap kesehatan, banyak disebabkan oleh kualitas air bersih yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, mengingat sifat air yang mudah sekali terkontaminasi oleh berbagai mikroorganisme dan mudah sekali melarutkan berbagai materi. Dengan kondisi sifat yang demikian air mudah sekali berfungsi sebagai media penyalur ataupun penyebar penyakit. Peran air sebagai pembawa penyakit menular bermacam-macam, antara lain yaitu sebagai media untuk hidup mikroba patogen: sebagai sarang insekta penyebar penyakit; jumlah air bersih yang tersedia tak cukup, sehingga manusia bersangkutan tak dapat membersihkan dirinya, atau air sebagai media untuk hidup vektor penyebar penyakit (Setyono & Yudo, 2008).

2.4. Bakteri Penyebab Diare yang Bertransmisi Melalui Air

Diare adalah salah satu *waterborne illnesses* (penyakit yang ditularkan melalui air) yang disebabkan karena sanitasi lingkungan yang tidak baik. *Waterborne illnesses* dapat disebabkan karena mengonsumsi air dan kontak langsung, baik kontak dengan kulit maupun membran mukus melalui inhalasi. Agen-agen yang transmisinya dapat melalui air antara lain bakteri, virus, parasit, dan bahan kimia (CDC, 2005). Berikut adalah bakteri yang bertransmisi melalui air.

2.4.1. *Escherichia coli*

Menurut Bergey's *Manual of Systemic Biology* dalam Jawetz (2008), klasifikasi taksonomi *Escherichia coli* :

Kingdom	: Bacteria
Divisi	: Proteobacteria
Kelas	: Gamma Proteobacteria
Bangsa (Ordo)	: Enterobacteriales
Sukun (Familia)	: Enterobacteriaceae
Marga (Genus)	: <i>Escherichia</i>
Jenis (Spesies)	: <i>Escherichia coli</i>

Escherichia coli merupakan bagian famili Enterobacteriaceae, berbentuk batang pendek (coccobasil), Gram negatif, ukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm , sebagian bergerak positif dan beberapa strain memiliki kapsul dan tidak

membentuk spora serta bersifat anaerob fakultatif, kebanyakan bersifat motil (dapat bergerak) dengan menggunakan flagella. *Escherichia coli* dapat tumbuh di media manapun. Sebagian besar strain *Escherichia coli* bersifat mikroaerofilik yaitu butuh oksigen namun tanpa oksigen masih dapat hidup. Beberapa strain lainnya bersifat hemolisis sehingga ketika ditanam di media agar darah akan terlihat hemolisis β (hemolisis total) sedangkan jika ditanam di media *Eosin Methylen Blue* (EMB) akan tampak warna yang khas yaitu hijau metalik dan akan terlihat koloni berwarna kilat logam jika ditanam dalam media Endo Agar (Nygren *et al.*, 2012).

Semua spesies pada *Escherichia coli* dapat meragi glukosa dengan membentuk asam dan gas (baik aerob maupun anaerob). *Escherichia coli* yang patogen dapat hidup pada suhu rendah sekalipun yaitu 7°C maupun suhu yang tinggi yaitu 44°C, namun dia akan lebih optimal tumbuh pada suhu antara 35°C-37°C, serta dalam kisaran pH 4,4-8,5. Nilai aktivitas air minimal 0,95 lebih resistensi terhadap asam. Bakteri ini relatif sangat sensitif terhadap panas dan inaktif pada suhu pasteurisasi atau selama pemasakkan makanan (Suardana & Swarcita, 2009).

2.4.2. *Shigella sp.*

Menurut Lightfoot (2003), klasifikasi ilmiah *Shigella sp.* :

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Proteobacteria
Kelas	: Gamma Proteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Shigella</i>
Spesies	: <i>S. Boydii</i>
	<i>S. dysenteriae</i>
	<i>S. flexneri</i>
	<i>S. sonnei</i>

Shigella sp. merupakan anggota dari keluarga Enterobacteriaceae. *Shigella sp.* merupakan bakteri memiliki kekhasan yaitu berbentuk batang pendek tipis, Gram negatif, tidak motil, tidak berflagel, tidak berkapsul, tidak membentuk spora, berbentuk coccobacil terjadi pada pembedihan muda. Koloni berbentuk konveks, bulat, transparan dengan tepi yang utuh dan mencapai diameter sekitar 2 mm dalam 24 jam. Ukuran *Shigella sp.* sekitar 2-3 μm x 0,5-0,7 μm dan susunannya tidak teratur. *Shigella sp.* dapat tumbuh subur pada suhu optimum 37°C, hidup secara aerobik (tumbuh paling baik) maupun anaerobik fakultatif (Lampel & Maurelli, 2003; Nygren *et al*, 2012).

Bakteri *Shigella sp.* meragi glukosa kecuali spesies *Shigella sonnei*, yang tidak memfermentasikan laktosa. Ketidakmampuan untuk memfermentasikan laktosa diperlihatkan *Shigella sp.* dalam media diferensial. *Shigella sp.* membentuk asam dari karbohidrat tetapi jarang memproduksi gas. *Shigella sp.* juga dapat dibedakan ke dalam bagian yang dapat memfermentasikan manitol dan yang tidak dapat memfermentasikan manitol. Pada uji sitrat terjadi perubahan warna hijau ke biru (sitrat), karena bakteri tersebut menggunakan sitrat sebagai sumber karbon. Tampilan koloni *Shigella sp.* yang dihasilkan pada *McConkey* agar adalah tidak berwarna dan tidak meragi laktosa (Non Lactose Fermenter) kecuali *Shigella sonnei*, sedangkan pada SS agar, koloni tampak kecil dan halus serta tidak berwarna. Media selektif yang digunakan adalah *Deoksi Cholatesitrat Agar* (DCA) (Nygren *et al*, 2012).

2.4.3. *Salmonella sp.*

Salmonella sp. merupakan bakteri batang lurus, Gram negatif, tidak berspora, dan bergerak dengan flagel peritrik kecuali *Salmonella pullorum* dan *Salmonella gallinarum*. Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob yang dapat tumbuh pada suhu dengan kisaran 5°–45°C dengan suhu optimum 35°–37°C dan akan mati pada pH di bawah 4,1. *Salmonella sp.* tidak tahan terhadap kadar garam tinggi dan akan mati jika berada pada media dengan kadar garam di atas 9%. *Salmonella sp.* berbentuk bacillus dan berupa rantai filamen panjang ketika berada pada suhu ekstrim yaitu 4°-8°C atau pada suhu 45°C dengan kondisi pH 4.4

atau 9.4. Panjang rata-rata *Salmonella sp.* 2-5 μm dengan lebar 0.8 – 1.5 μm (Jawet'z *et al*, 2005; Jay *et al*, 2005).

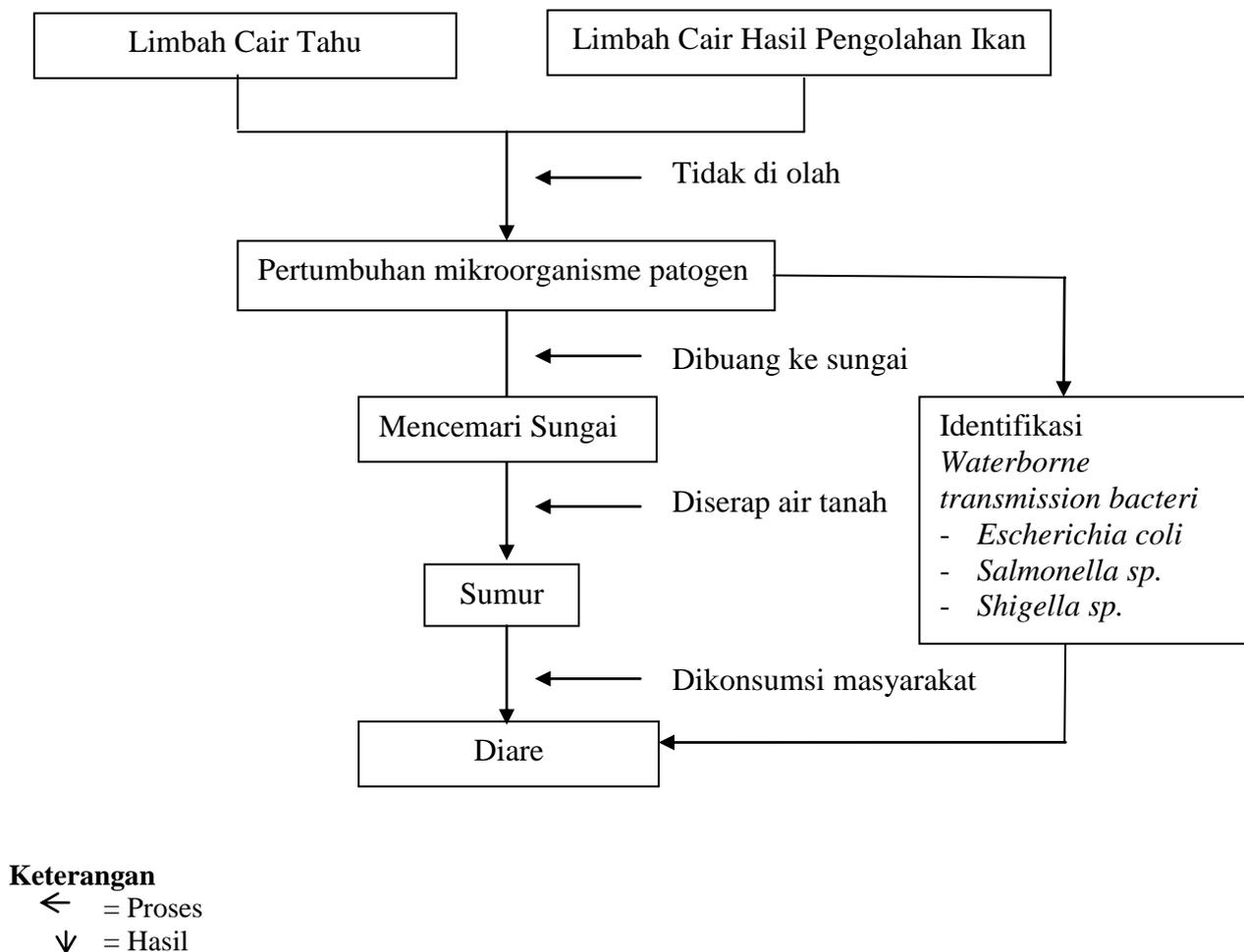
Ciri-ciri lainnya yaitu berkembang biak dengan cara membelah diri, mudah tumbuh pada medium sederhana, resisten terhadap bahan kimia tertentu (brilian hijau, natrium tetrasetat, natrium deoksikolat) yang menghambat bakteri enterik lain, oleh karena itu senyawa-senyawa tersebut berguna untuk inokulasi isolat *Salmonella sp.* dari feses pada medium, serta struktur sel bakteri *Salmonella sp.* terdiri dari inti (nukleus), sitoplasma, dan dinding sel. Karena dinding sel bakteri ini bersifat Gram negatif, maka memiliki struktur kimia yang berbeda dengan bakteri Gram positif (Pratiwi, 2011).

Salmonella sp. merupakan bakteri yang tidak mampu memfermentasikan laktosa, sukrosa atau salisin, katalase positif, oksidase negatif, dan manitol untuk memproduksi asam atau gas. *Salmonella sp.* tidak dapat dibedakan dengan *Escherichia coli* jika dilihat dengan mikroskop ataupun dengan menumbuhkannya pada media yang mengandung nutrisi umum. *Salmonella sp.* dapat tumbuh optimum pada media pertumbuhan yang sesuai dan memproduksi koloni yang tampak oleh mata dalam jangka waktu 24 jam pada suhu 37°C. *Salmonella sp.* sensitif terhadap panas dan tidak tahan pada suhu lebih dari 70°C dan pasteurisasi pada suhu 71,1°C selama 15 menit. *Salmonella sp.* mampu memfermentasi glukosa dan monosakarida lainnya dengan menghasilkan gas, lalu

menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon disaat genus lainnya membutuhkan sumber karbon kompleks sebagai sumber nutrisinya. Beberapa *Salmonella sp.* kecuali *Salmonella typhi* memproduksi gas selama proses fermentasi. *Salmonella sp.* mampu mengubah nitrat menjadi nitrit dan tidak membutuhkan NaCl untuk pertumbuhannya (Hanes, 2003).

2.5. Kerangka Teori

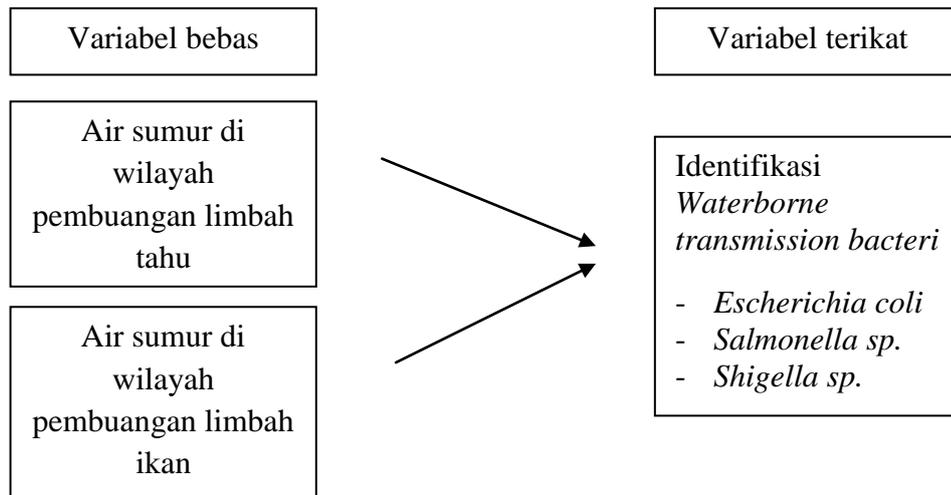
Kejadian penyakit yang berbasis lingkungan, sangat erat kaitannya antara sumber penyakit, media transmisi, serta proses interaksi antara lingkungan dan individu, seperti halnya dengan kejadian penyakit diare (Achmadi,2011). Berdasarkan teori yang telah disebutkan diatas dapat diketahui kerangka teori pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Teori.

2.6. Kerangka Konsep

Untuk mengetahui hubungan antara variabel yang diteliti maka perlu dibuat kerangka konsep, agar tujuan penelitian dapat dicapai dengan baik. Kerangka konsep pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Konsep.

2.7. Hipotesis Penelitian

- Ha : Terdapat bakteri *Escherichia coli*, *Shigella sp.*, dan *Salmonella sp.*, pada air sumur di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah hasil pengolahan ikan.
- Ho : Tidak terdapat bakteri *Escherichia coli*, *Shigella sp.*, dan *Salmonella sp.*, pada air sumur di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah hasil pengolahan ikan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif laboratorik.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober-November Tahun 2016 di laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

3.3. Populasi dan Sampel

Pengambilan sampel dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Sampel yang digunakan berasal dari air sumur di wilayah industri tahu yaitu Gunung Sulah dan di wilayah industri pengolahan ikan yaitu Gudang Lelang. Perkiraan besar sampel berdasarkan pada rumus Lemeshow adalah sebagai berikut.

$$n = \frac{(Z\alpha)^2 PQ}{d^2}$$

Keterangan :

n = jumlah sampel

Z α = tingkat kemaknaan

P = proporsi penyakit atau keadaan yang akan dicari

d = derajat kesalahan yang masih dapat diterima

Q = 1-P

Dari kepustakaan diperoleh data bahwa prevalensi diare sebesar 1,824%. Tingkat kemaknaan yang digunakan adalah 1,96 dan derajat kesalahan yang masih dapat diterima adalah 0,1.

$$\begin{aligned} n &= \frac{(1,96)^2 0,01824(0,98176)}{(0,1)^2} \\ &= \frac{0,0687926929}{0,01} \\ &= 6,879 \end{aligned}$$

Jadi, sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 7 sampel pada masing-masing limbah.

3.4. Kriteria inklusi dan Eksklusi

3.4.1. Kriteria Inklusi

1. Sumur yang terkontaminasi air limbah dengan jarak 10 meter dari badan air.
2. Air sumur digunakan untuk memenuhi kebutuhan penduduk.

3.4.2. Kriteria Eksklusi

1. Sumur yang terkontaminasi jamban dengan jarak 10 meter dari jamban.
2. Sumur yang terkontaminasi sampah dengan jarak 10 meter dari pembuangan sampah.
3. Sumur di dekat peternakan atau memiliki hewan ternak.

3.5. Identifikasi Variabel

3.5.1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah air sumur di wilayah pembuangan limbah tahu daerah Gunung Sulah dan air sumur di wilayah pembuangan limbah pengolahan ikan daerah Gudang Lelang.

3.5.2. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan *Shigella sp.*

3.6. Definisi Operasional

Definisi operasional dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian, dijelaskan dalam tabel 1.

Tabel 1. Definisi Operasional.

Variabel	Definisi	Cara Ukur	Alat ukur	Hasil ukur	Skala
Air limbah tahu	Air yang berasal dari cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih.	Melihat garis yang tertera pada gelas ukur	Gelas ukur	Mililiter (mL)	Kateg orik
Air limbah pengolahan ikan	Air yang berasal dari air pencuci, air pembersih peralatan, lelehan es, darah ikan, dan komponen yang larut dalam air.	Melihat garis yang tertera pada gelas ukur	Gelas ukur	Mililiter (mL)	Kateg orik
<i>Escherichia coli</i>	Bakteri Gram negatif berbentuk batang yang patogen bagi tubuh manusia.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikasi koloni 2. Melihat sifat dan morfologi bakteri 3. Perubahan warna media 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Media <i>McConkey</i> 2. Pewarnaan Gram 3. Uji Sitrat 4. Uji TSIA 5. Uji SIM 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merah bata/merah tua, metallic, smooth, keping/sedikit cembung 2. Gram negatif dengan bentuk batang pendek 3. Uji sitrat negatif 4. Agar miring dan dasar berwarna kuning, H₂S negatif, gas positif 5. H₂S negatif, flagel dan indol positif 	Kateg orik
<i>Shigella sp.</i>	Bakteri Gram negatif berbentuk batang panjang.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikasi kolon 2. Melihat sifat dan morfologi bakteri 3. Perubahan warna media 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Media <i>McConkey</i> 2. Pewarnaan gram 3. Uji Sitrat 4. Uji TSIA 5. Uji SIM 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merah muda terang, translusent 2. Gram negatif, bentuk batang pendek tipis 3. Uji sitrat positif karena terjadi perubahan warna media dari hijau menjadi biru. 4. Agar miring merah, dasar agar kuning, H₂S dan gas negatif 5. H₂S, flagel, dan indol negatif 	Kateg orik
<i>Salmonella sp.</i>	Bakteri fakultatif yang mempunyai sifat Gram negatif dengan bentuk batang serta bakteri patogen dalam tubuh manusia.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikasi koloni 2. Melihat sifat dan morfologi bakteri 3. Perubahan warna media 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Media <i>McConkey</i> 2. Pewarnaan gram 3. Uji Sitrat 4. Uji TSIA 5. Uji SIM 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merah muda terang, translusent 2. Gram negatif, bentuk batang 3. Uji sitrat positif 4. Agar miring merah, dasar agar kuning, H₂S positif, gas positif/negatif 5. H₂S positif, flagel negatif, dan indol negatif. 	Kateg orik

3.7. Alat, Bahan, dan Cara Penelitian

3.7.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, tabung erlenmeyer, gelas kimia, corong, lampu bunsen, ose bulat dan ose jarum, mikroskop, pipet tetes, *autoklaf*, inkubator, stir magnet, *object glass*, *cover glass*, dan alat-alat lain yang lazim digunakan di laboratorium mikrobiologi.

3.7.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air sumur yang berada di wilayah pembuangan limbah tahu yaitu di daerah Gunung Sulah dan air sumur yang berada di wilayah pembuang limbah pengolahan ikan yaitu di daerah Gudang Lelang, media agar *Mc Conkey*, *Simmon's Citrate Agar* (SCA), agar SIM, reagen *Kovack*, TSIA, larutan gentian violet, larutan safranin, alkohol 96%, larutan lugol, aquades, dan minyak immersi.

3.7.3. Cara Penelitian

3.7.3.1. Tahap Persiapan

1. Persiapan Alat dan Bahan

Peneliti mempersiapkan alat dan bahan yang sudah disebut di atas.

2. Sterilisasi Alat dan Bahan

Setelah alat dan bahan dipersiapkan kemudian seluruh alat yang akan digunakan dicuci bersih terlebih dahulu lalu dikeringkan dan

dibungkus dengan kain lalu disterilisasi didalam *autoklaf* selama 15 menit pada suhu 121°C dengan tekanan sebesar 1,5 atm.

3. Pengambilan Sampel

Sampel air sumur gali di wilayah pembuangan limbah tahu diambil secara aseptis yaitu dengan cara memasang kertas dan tali penarik pada bagian luar botol kemudian disterilkan. Ambil sampel dengan cara mengulurkan tali penarik perlahan sampai mulut botol masuk dalam air minimal 10 cm dari permukaan. Setelah terisi penuh angkat botol dan buang air sampai volume menjadi volume botol. Kemudian tutup botol secara aseptis dan beri label.

Sampel sumur pompa di wilayah pembuangan limbah ikan yang telah dialirkan ke keran diambil dengan cara memanaskan mulut keran menggunakan bunsen kemudian air di tampung dengan tabung reaksi yang telah disterilkan dan ditutup menggunakan aluminium foil dan plastik parafilm. Setelah itu sampel dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

3.7.3.2. Tahap Pengujian

1. Isolasi dan Identifikasi

Air sampel diambil menggunakan lidi kapas steril kemudian diinokulasikan pada media agar *Mc Conkey*. Inkubasikan pada temperatur 35°C selama 24 jam \pm 2 jam. Setelah itu amati koloni *Escherichia coli*, *Shigella sp.*, dan *Salmonella sp.* yang tumbuh pada media agar *Mc Conkey*.

2. Pewarnaan Gram

Kaca objek dilewatkan diatas api untuk menghilangkan lemak, kemudian kaca objek ditandai dengan spidol untuk menandai tempat meletakkan koloni. Ambil larutan NaCl dengan ose dan letakkan pada kaca objek. Ambil koloni yang akan di periksa dari media *Mc Conkey* dengan ose kemudian ratakan pada kaca objek. Fiksasi preparat dengan melewati diatas api sebanyak 8 – 10 kali dan dinginkan preparat pada suhu ruangan. Untuk pewarnaan Gram yang pertama dilakukan adalah preparat ditetaskan larutan gentian violet didiamkan selama 3 menit kemudian dibilas dengan air yang mengalir, setelah itu teteskan lugol dan didiamkan selama 1 menit kemudian dibilas dengan air yang mengalir. Langkah selanjutnya teteskan alkohol 96% lalu dibilas dengan air yang mengalir. Teteskan safranin diamkan selama 45-60 detik kemudian bilas dengan air yang mengalir. Setelah itu keringkan dengan tisu. Lalu teteskan minyak immersi sebanyak 1 tetes dan lihat di mikroskop dengan perbesaran 100x.

3. Uji Sitrat

Koloni diambil dari media dengan ose kemudian diinokulasikan ke media *Simmon's Citrate Agar* (SCA) dengan cara di gores pada media agar miring kemudian diinkubasi pada temperatur 35°C selama 96 jam \pm 2 jam.

4. Uji TSIA

Selain uji Sitrat, untuk menentukan jenis bakteri juga dapat dilakukan uji TSIA. Prosedur pemeriksaan TSIA yaitu koloni diambil dari media yang diduga positif (+) dari ketiga media tersebut kemudian diinokulasikan ke TSIA dengan cara menusuk sampai sepertiga dasar tabung kemudian diangkat dan digores secara zig zag pada media agar miring kemudian inkubasikan pada suhu 37°C selama 24 jam.

5. Uji SIM (Sulfur, Indol, Motility)

Uji motilitas dapat dilakukan dengan cara koloni diambil dari media yang diduga positif kemudian diinokulasikan dengan cara menusukkan jarum ose secara tegak lurus hingga setengah tinggi media *Sulfit Indol Motility* pada tabung reaksi. Tabung diinkubasi selama 48 jam pada suhu 40°C selama 48 jam.

3.7.3.3. Tahap Interpretasi

1. Identifikasi Koloni

a. *Escherichia coli*

Didapatkan koloni berukuran sedang, berwarna merah bata/merah tua, metallic, smooth, keping atau sedikit cembung.

b. *Shigella sp.*

Didapatkan koloni berwarna merah muda terang, translusent, dengan atau tanpa pinggir koloni bergerigi atau kasar.

c. *Salmonella sp.*

Didapatkan koloni warna merah muda terang, translusent.

2. Pewarnaan Gram

a. *Escherichia coli*

Didapatkan bakteri Gram negatif dengan bentuk batang pendek.

b. *Shigella sp.*

Didapatkan bakteri Gram negatif dengan bentuk batang pendek tipis.

c. *Salmonella sp.*

Didapatkan bakteri Gram negatif dengan bentuk batang.

3. Uji Sitrat

a. *Escherichia coli*

Uji sitrat digunakan untuk melihat kemampuan bakteri menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon. Uji ini negatif untuk *Escherichia coli* karena *Escherichia coli* tidak dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon.

b. *Shigella sp.*

Uji sitrat menunjukkan hasil positif karena bakteri ini mampu mempergunakan sitrat sebagai sumber karbonnya.

c. *Salmonella sp.*

Uji ini positif untuk *Salmonella sp.* karena *Salmonella sp.* dapat menggunakan sitrat sebagai sumber karbon.

4. Uji TSIA

a. *Escherichia coli*

Pada uji TSIA pada daerah lereng dan dasar berwarna kuning karena bakteri ini mampu memfermentasikan glukosa, laktosa, dan sukrosa. Gas dapat ditemukan pada media ditandai dengan terangkatnya agar/ terdapat celah pada media agar. Sedangkan H₂S didapatkan hasil yang negatif.

b. *Shigella sp.*

Pada uji TSIA terbentuk warna merah pada daerah lereng dan warna kuning di daerah dasar. Hal ini menandakan bahwa bakteri ini hanya dapat memfermentasikan glukosa. Pembentukan gas dan H₂S negatif.

c. *Salmonella sp.*

Pada uji TSIA warna media daerah lereng berubah menjadi merah karena bakteri bersifat basa. Perubahan warna media ini menandakan bahwa bakteri ini tidak memfermentasikan laktosa dan sukrosa. Pada media daerah dasar berubah menjadi warna kuning yang menandakan bakteri dapat memfermentasikan glukosa. Pembentukan gas positif, hasil dari fermentasi H₂ dan CO₂. Pembentukan H₂S positif ditandai dengan adanya endapan berwarna hitam.

5. Uji SIM

a. *Escherichia coli*

Hasil uji SIM tidak terbentuk warna hitam karena H₂S negatif, memiliki flagel, dan indol positif ditandai dengan terbentuknya cincin merah. Hal tersebut menunjukkan kemungkinan adanya bakteri *Escherichia coli* karena bakteri ini merupakan bakteri yang dapat membentuk indol dari triptofan sebagai sumber karbonnya.

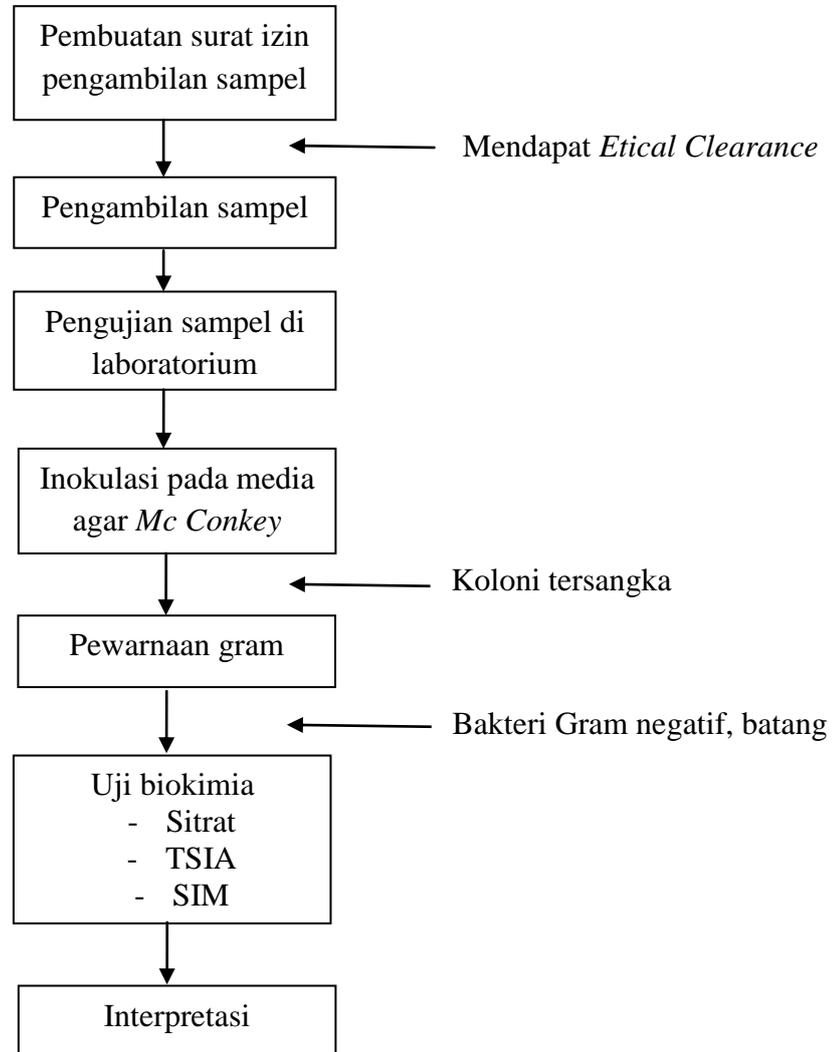
b. *Shigella sp.*

Hasil uji SIM tidak terbentuk warna hitam karena H₂S negatif, indol negatif ditandai dengan tidak terbentuknya cincin merah. Hasil negatif menandakan bahwa bakteri tersebut tidak mempunyai enzim triptofanase. Untuk uji motilitas negatif karena bakteri *Shigella sp.* merupakan bakteri yang tidak dapat bergerak dan tidak memiliki flagel.

c. *Salmonella sp.*

Hasil uji SIM terbentuk warna hitam karena H₂S positif dan indol negatif ditandai dengan tidak terbentuknya cincin merah. Untuk uji motilitas positif karena bakteri *Salmonella sp.* merupakan bakteri yang dapat bergerak dan memiliki flagel.

3.8. Alur Penelitian



Keterangan

- ← = Hasil
↓ = Proses

Gambar 3. Alur Penelitian.

3.9. Pengolahan dan Analisis Data

Data diperoleh dari hasil pemeriksaan air sumur pada wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah pengolahan ikan. Berdasarkan hasil pemeriksaan secara mikrobiologi didapatkan data ada atau tidaknya bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan *Shigella sp.* pada sampel. Data hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk tabel, gambar, dan narasi.

3.10. Etika Penelitian

Penelitian ini telah mendapatkan *Ethical Clearance* dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan Nomor 455/UN26.8/DL/2017.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Terdapat kontaminasi *water transmission bacteria* pada air sumur di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah ikan.
2. Terdapat bakteri *Shigella sp.* pada air sumur di wilayah pembuangan limbah tahu.
3. Terdapat bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella sp.* pada air sumur di wilayah pembuangan limbah ikan.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

5.2.1. Bagi Masyarakat

1. Tidak membangun atau mempergunakan air sumur yang berjarak <10 meter dari badan air tempat pembuangan limbah tahu dan limbah ikan yang tidak di olah.

2. Memasak dengan benar air yang akan dikonsumsi, baik untuk minum maupun untuk memasak.

5.2.2. Bagi Instansi Terkait

1. Bagi pemilik industri sebaiknya melaksanakan program pengolahan limbah dari hasil produksi atau membuang limbah hasil produksi ke SPAL.
2. Bagi Puskesmas sebaiknya melakukan promosi kesehatan pada masyarakat di sekitar pembuangan limbah mengenai penyakit diare dan cara pengolahan air yang benar. Penelitian ini juga bisa menjadi bahan dasar diagnosis dan tatalaksana penyakit diare di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah ikan berdasarkan patogen penyebab.

5.2.3. Bagi Peneliti Lain

1. Peneliti lain disarankan untuk menghitung koloni bakteri untuk mengetahui kualitas air sumur penduduk di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah ikan berdasarkan baku mutu.
2. Peneliti lain disarankan untuk meneliti angka kejadian diare di wilayah pembuangan limbah tahu dan limbah ikan kota Bandar Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi UF. 2011. Dasar-Dasar Penyakit Berbasis Lingkungan. Rajawali Pers. Jakarta.
- Adisasmito Wiku. 2007. Faktor Risiko Diare Pada Bayi Dan Balita Di Indonesia: Systematic Review Penelitian Akademik Bidang Kesehatan Masyarakat. Makara Kesehatan. 11(1):1-10
- Amaliah S. 2008. Hubungan Sanitasi Lingkungan Dan Faktor Budaya Dengan Kejadian Diare Pada Anak Balita Di Desa Toriyo Kecamatan Bendosari Kabupaten Sukoharjo. Prosiding Seminar Nasional Unimus 2010. 91-97.
- Arsil P, Supriyanto. 2007. Pengolahan Limbah Cair dari Industri Kecil Pengolahan Tahu Secara Biofiltrasi Menggunakan Eceng Gondok. www.repository.ipb.ac.id. 18 Desember 2016 (19:20)
- Aryadi MN, Kurnadi BA, Joni, Harlia Erllin. 2015. Evaluasi Pertumbuhan Isolat Bakteri Asal Feses Sapi Potong dan Produksi Gas Metana Pada Batubara Lignit. Jurnal Unpad. Jurnal.unpad.ac.id. 13 Desember 2016 (19:40).
- Azhari M. 2014. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Nata De Soya Dengan Menggunakan Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah dan Bakteri *Acetobacter xylinum*. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- China CDC. 2005. Review Research On The Literature Of Diarrhea Disease In China (1990-2004).
- Dinkes. 2011. Diare: Buletin Jendela Data Informasi Kemenkes RI. www.depkes.go.id. 11 Mei 2016 (20:43).
- Dinkes. 2012. Profil Data Kesehatan Provinsi Lampung Tahun 2012. Dinas Kesehatan Provinsi Lampung. Lampung.
- Hanes D. 2003. Nontyphoid Salmonella. Di dalam : Miliotis, M. D., Bier, J. W, penyunting. International Handbook of Foodborne Pathogens. Marcel Dekker, Inc. New York.

- Husni H, Esmiralda. 2010. Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus Carpio Lin*). Jurnal Online Mahasiswa. 2(2):1-9.
- Ibrahim B. 2005. Kaji Ulang Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. Buletin Teknologi Hasil Perikanan. 1(8):31-41.
- Ijong. 2011. Karakteristik Bakteri Pereduksi Merkuri (*Escherichia coli*) Diisolasi Dari Perairan Pantai Teluk Manado. Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis. 8(3):103-108.
- Irwanto R. 2011. Pengaruh Pembuangan Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Sumur Di Kelurahan Krobokan Kota Semarang [Skripsi]. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Jawetz M, Melnick R, Adelberg. 2008. Mikrobiologi Kedokteran. Egc. Jakarta. 199-200
- Jay, J.M.M.J. Loessner, Dan D.A. Golden. 2005. Modern Food Microbiology 7th Edition. Springer Science And Bussiness Media Inc., USA.
- Kaswinasrni F. 2007. Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lampel KA, Maurelli AT . 2003. *Shigella* Species Chapter 11. Dalam: Miliotis MD, Bier JW, penyunting. International Handbook Of Foodborne Pathogens. Marcel Dekker. New York. 167–180
- Lightfoot D. 2003. *Shigella* Chapter 17. Dalam: Hocking AD, penyunting. Foodborne Microorganisms Of Public Health Significance Edisi Ke-6. Australian Institute Of Food Science And Technology (Nsw Branch). Sydney. 543–552.
- Manek W, Suherman S. 2013. Hubungan Sumber Air Minum, Jamban Keluarga, dan Saluran Pembuangan Air Limbah Dengan Kejadian Diare di Kecamatan Pangkalan Kuras Kabupaten Pelalawan. Jurnal Kesehatan Komunitas. 3(2):132-135.
- Moertinah S. 2010. Kajian Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi. Jurnal Riset Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri. 2(1): 104-114.
- Nohong. 2010. Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium, dan Besi Dalam Air Lindi TPA. Jurnal Pembelajaran Sains. 6(2): 257-269.

- Nuraeni. 2012. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Diare Pada Balita Di Kecamatan Ciawi, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat Tahun 2012. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- Nygren BI, Schilling KA, Blanton EM, Silk BJ, Cole DJ, Mintz ED. 2012. Foodborne Outbreaks Of Shigellosis. Dalam : *Epidemiology And Infection*. The USA. New York. 141(2): 233–241.
- Priyanto, Dwi. 2011. Peran Air Dalam Penyebaran Penyakit. <http://ejournal.litbang.depkes.go.id>. 15 Januari 2017 (20:30)
- Puspitasari S, Mukono J. 2013. Hubungan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Dan Perilaku Sehat Dengan Kejadian Waterborne Disease Di Desa Tabak Sumur, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 1(7):76-82.
- Rizqon M, Hari D, Taryana D. 2010. Pengaruh Pencemaran Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan Terhadap Kualitas Air Tanah Di Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi. *jurnal-online.um.ac.id*. 20 Mei 2016 (20:50).
- Sari M. 2015. Uji Bakteriologis dan Resistensi Antibiotik Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella sp* Pada Makanan Gado-Gado Di Kantin UIN Syarif Hidayatullah [Skripsi]. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Sarudji. 2010. *Kesehatan Lingkungan*. Karya Putra Darwati. Bandung.
- Setyono, Yudo S. 2008. Potensi Pencemaran Dari Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan Di Kecamatan Muncur, Kabupaten Bayuwangi. *JAI*. 4(2): 1.
- Sjafei A. 2002. Studi Mengenai Karakteristik Dan Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suardana Dan Swarcita. 2009. *Higiene Makanan*. Udayana University Press. Denpasar.
- Suharni, T.T, Nastiti, Soetarto AES. 2005. *Mikrobiologi Umum*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Suyono, Budiman. 2010. *Ilmu Kesehatan Masyarakat Dalam Konteks Kesehatan Lingkungan*. Egc. Jakarta.
- Tarigan MS, Edward. 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara, Sains*. 7(3):109-119.

Thamzil. 2004. Potensi Zeolit Untuk Mengolah Limbah Industri Dan Radioaktif. <http://batan.go.id>. 20 Mei 2016 (20:47).

Wahistina R, Pujiati RS. 2014. Analisis Perbedaan Penurunan Kadar Bod Dan Cod Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Zeolit (Studi Di Pabrik Tahu Di Desa Kraton Kecamatan Kencong Kabupaten Jember). Artikel Ilmiah Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember. repository.unej.ac.id. 20 Mei 2016 (21:03).

Waluyo, Lud. 2005. Mikrobiologi Umum. UMM Press. Malang.

Zaika LL. 2002. The Effect of NaCl on Survival *Shigella sp* in Broth as Affected by Temperature and pH. *Journal of Food Protection*. 64(8):774-779.