

SKRENING DAN UJI PATOGENITAS BAKTERI PROTEOLITIK DARI LIMBAH CAIR TAHU

SKRIPSI

Diajukan Oleh

ZOPIE SUNDARI

NIM. 160703006

**Mahasiswa Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
TAHUN 2021 M/1442 H**

PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

**SKRENING DAN UJI PATOGENITAS BAKTERI
PROTEOLITIK DARI LIMBAH CAIR TAHU**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Biologi

Oleh :

ZOPIE SUNDARI
NIM. 160703006

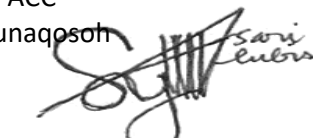
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi

Disetujui oleh :

A R - R A N I R Y

Pembimbing,

Telah ACC
Sidang Munaqqosh



(Syafrina Sari Lubis, M.Si)

NIND. 2025048003

**SKRENING DAN UJI PATOGENITAS BAKTERI PROTEOLITIK DARI
LIMBAH CAIR TAHU**

SKRIPSI

**Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Biologi**

Pada Hari/Tanggal : Kamis/ 28 Januari 2021

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIND. 2025048003

Penguji I,



Muhibuddin, M.Ag.
NIP. 197006082000031002

Sekretaris,



Diannita Harahap, M.Si
NIDN. 2022038701

Penguji II,



Feizil Huslina, M.Sc
NIDN. 2012048701

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh**



Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zopie Sundari

NIM : 160703006

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Skrening Dan Uji Patogenitas Bakteri Proteolitik dari Limbah Cair Tahu

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 12 Januari 2021
Yang Menyatakan,


(Zopie Sundari)



ABSTRAK

Nama : Zopie Sundari
NIM : 160703006
Program Studi : Biologi
Judul : Skrening Dan Uji Patogenitas Bakteri Proteolitik Dari Limbah Cair Tahu
Tanggal Sidang : 28 Januari 2021
Tebal Skripsi : 57 Halaman
Pembimbing : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Kata Kunci : *Limbah cair tahu, Bakteri proteolitik, uji patogenitas.*

Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah cair tahu masih mengandung protein sehingga dapat menjadi sumber energi bagi mikroba yang hidup didalamnya. Penelitian ini bertujuan mendapatkan isolat bakteri proteolitik dari limbah cair tahu dan patogenitasnya. Terdapat 10 isolat bakteri proteolitik, dan 3 isolat yang memiliki nilai indeks IP ≥ 3 , dengan kategori tinggi yaitu LT1, LT3 dan LT10. Ketiga isolat merupakan gram positif berbentuk batang. Uji TSIA menunjukkan dua isolat mampu memfermentasi 3 jenis gula, dan bereaksi positif pada uji katalase dan oksidase. Ketiga isolat menunjukkan reaksi negatif pada uji indol dan simmon citrat. Hasil uji patogenitas dari ketiga isolat tersebut menunjukkan isolat LT1 dan LT3 bersifat β Hemolisis (beta Hemolisis), dan isolat LT10 bersifat γ Hemolisis (gamma hemolisis).

ABSTRACT

Name : ZOPIE SUNDARI
NIM : 160703006
Study Program : BIOLOGI
Title : Screening and Pathogenicity Test of Proteolytic Bacteria from Tofu Waste
Keywords : *Tofu liquid waste, Proteolytic bacteria, pathogenicity test*

The waste generated from the process of making tofu is in the form of solid waste and liquid waste. Tofu liquid waste still contains protein so that it can be a source of energy for the microbes that live in it. This study aims to obtain proteolytic bacteria isolates from tofu wastewater and their pathogenicity. There were 10 proteolytic bacteria isolates, and 3 isolates with an IP index value of ≥ 3 , with the high category namely LT1, LT3 and LT10. The three isolates were gram-positive rods. TSIA test showed two isolates were able to ferment 3 types of sugar, and reacted positively in the catalase and oxidase tests. The three isolates showed negative reactions in the indole and simmon citrate tests. The pathogenicity test results of the three isolates showed that LT1 and LT3 isolates were β hemolysis (beta hemolysis), and LT10 isolates had hemolysis (gamma hemolysis).

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Proposal. Salawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan umat Nabi Muhammad SAW yang telah membawa hidayah kepada kita.

Proposal ini berjudul **“Skrening dan Uji Patogenitas Bakteri Proteolitik dari Limbah cair tahu”** disusun untuk memenuhi syarat mata kuliah Seminar Proposal dan memenuhi syarat-syarat guna pelaksanaan penelitian Tugas Akhir pada Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Dalam pembuatan proposal ini, penulis merasakan kebingungan dan kegundahan ketika prosesnya tidak sesuai dengan yang direncanakan. Namun berkat doa dan dukungan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan proposal ini. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah memberi dukungan serta do'a kepada penulis untuk menyelesaikan tugas ini.
2. Bapak Dr. Azhar Amsal, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
3. Ibu Lina Rahmawati, S.Si., M.Si, selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

4. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Si, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan semangat kepada penulis.
5. Bapak Muhibuddin, M.Ag., selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan semangat kepada penulis.
6. Dosen-Dosen program studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan pengarahan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas ini.
7. Bapak Ilham Zulfahmi, M.Si, selaku Ketua Laboratorium Biologi dan bapak Firman Rija Arhas, S.Pd.I, selaku Laboran Laboratorium Biologi yang telah membantu menyukseskan berjalannya penelitian tugas akhir ini.
8. Resi, Dilla, Ade, Nailul, Hilwun, Fitri, Ernia, Asla, Zumara, dan Dina Elvita yang telah membantu dan selalu memberi semangat kepada penulis.
9. Nina Yulianti, A.Md., Hermita Putri, S.Ked., Humaira, A.Md. Kep. dan Nurul Ambia Agustina S.Pd yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis selama masa kuliah.

Semoga kebaikan dan jasa Ibu, Bapak dan Saudara/I sekalian menjadi ibadah dan semoga Allah membalasnya. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan proposal ini. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 12 Januari 2021
Penulis,



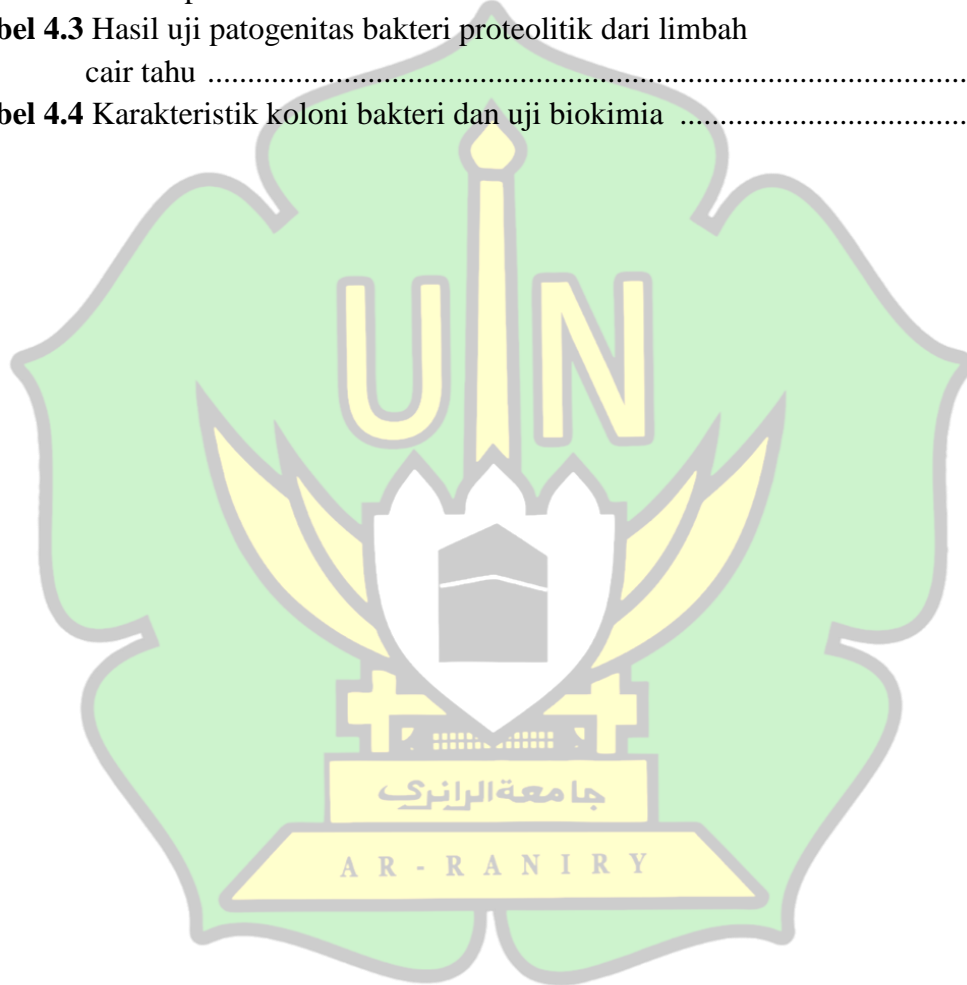
DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
LEMBAR JUDUL	i
PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI	ii
PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Limbah Tahu	6
2.2 Mikroba pada Limbah Tahu.....	9
2.3 Bakteri Proteolitik	10
2.4. Uji Patogenitas Mikroba	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.3 Objek Penelitian (Populasi & Sampel)	16
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.5 Metode Penelitian	17
3.6 Skrening Bakteri Proteolitik dari Limbah Cair Tahu.....	17
3.6.1 Pengambilan Sampel	17
3.6.2 Isolasi Bakteri Proteolitik.....	17
3.6.3. Uji Patogenitas	19
3.6.4. Karakterisasi Isolat Bakteri Proteolitik	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4. 1 Hasil Penelitian	24
4.2 Pembahasan.....	27
BAB V PENUTUP	33
5.1 KESIMPULAN.....	33
5.2 SARAN	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39



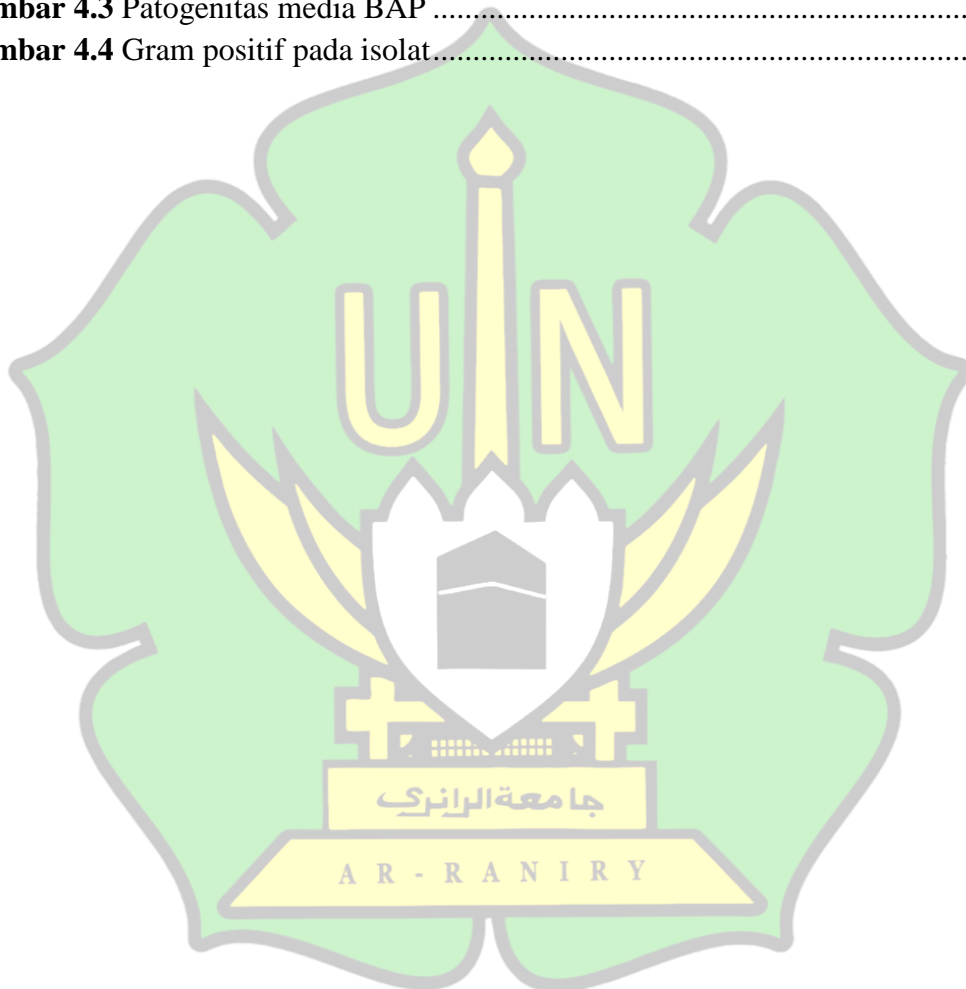
DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel 2.1 Baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai....	7
Table 2.2 Daftar bakteri ptoteolitik	11
Tabel 3.1 Rincian pelaksanaan kegiatan	14
Tabel 4.1 Morfologi koloni bakteri secara makroskopis	24
Tabel 4.2 Indeks proteolitik isolate limbah cair tahu	25
Tabel 4.3 Hasil uji patogenitas bakteri proteolitik dari limbah cair tahu	26
Tabel 4.4 Karakteristik koloni bakteri dan uji biokimia	27



DAFTAR GAMBAR

	<i>Halaman</i>
Gambar 2.1 Limbah cair tahu yang di buang ke sungai	6
Gambar 2.2 Jenis-jenis hemolysis pada media BAP	14
Gambar 4.1 Bakteri proteolitik dari limbah cair tahu	25
Gambar 4.2 Uji patogenitas media MCA	26
Gambar 4.3 Patogenitas media BAP	26
Gambar 4.4 Gram positif pada isolat.....	27



DAFTAR LAMPIRAN

	<i>Halaman</i>
Lampiran 1. Surat Keterangan Pembimbing Skripsi.....	39
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan.....	40



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tahu merupakan salah satu makanan khas masyarakat Indonesia yang terbuat dari bahan baku yaitu kacang kedelai. Tahu umumnya diproduksi pada industri rumah tangga. Menurut Fajriansyah (2017), terdapat 23 industri tahu yang ada di Kota Banda Aceh. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada 4 pabrik tahu di Banda Aceh dapat memproduksi tahu sekitar 300-800 kg setiap harinya dengan menggunakan air sekitar 15.000-19.000 liter per pabrik. Proses pembuatan tahu terdiri dari perendaman, pencucian kedelai, perebusan, penyaringan, pengepresan dan pencetakan tahu. Proses-proses tersebut dapat menghasilkan limbah tahu.

Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat tersebut berasal dari pencucian kedelai seperti kulit kedelai, batu, benda benda padat yang menempel pada kedelai dan hasil dari saringan bubur kedelai (ampas tahu). Ampas tahu ini biasanya dijadikan makanan ternak. Sedangkan limbah cair tahu menurut Ruhmawati *et al.*, (2017), dihasilkan dari proses pencucian kedelai, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu sehingga limbah cair yang dihasilkan berjumlah banyak. Limbah cairnya berupa sisa air tahu yang tidak mengumpal kemudian dari potongan tahu yang hancur dan cairan keruh kekuningan.

Menurut Asril *et al.*, (2019), limbah cair yang dihasilkan dari produksi tahu yaitu 800 L/100 kg. Limbah cair yang di hasilkan dari keempat pabrik yang telah diobservasi sekitar 2.400-6.400 L setiap harinya. Limbah cair tahu mengandung

senyawa organik sangat tinggi dan senyawa anorganik. Senyawa-senyawa organik yang terkandung pada limbah cair tahu yakni: karbohidrat 25-50%, protein 40-60%, dan lemak 10% (Fitriyah, 2011). Sedangkan senyawa anorganik yang terdapat pada limbah cair tahu yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K) (Munawaroh *et al.* 2013). Timbal (Pb) (0, 24 mg/L), natrium (Na) (0.59 mg/L), tembaga (Cu) (0, 12 mg/L), besi/ferrum (Fe) (0,19 mg/L) dan kalsium (Ca) (34,03 mg/L) (Makiyah, 2015).

Limbah cair tahu yang banyak mengandung senyawa- senyawa organik dan anorganik tersebut dibuang langsung ke sungai tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Limbah cair tahu tersebut dapat menimbulkan bahaya bagi ekologi perairan sungai seperti dapat mencemari air sungai, mengurangi kadar oksigen dalam air dan dapat mengganggu keberlangsungan hidup organisme yang berada di perairan tersebut (Ken *et al.*, 2019). Tingginya bahan anorganik dalam perairan membuat mikroba menjadi lebih aktif dalam mengurai bahan organik menghasilkan senyawa-senyawa yang mencemari perairan. Selain membahayakan ekologi perairan limbah cair tahu juga berdampak pada kerusakan lingkungan hidup seperti dapat timbulnya penyakit pada manusia (Sepriani *et al.*, 2016), penyakit yang ditimbulkan salah satu contohnya seperti gangguan pernafasan masyarakat yang berada disekitar sungai dikarenakan limbah cair tersebut menimbulkan bau yang tidak sedap.

Limbah cair tahu juga memiliki manfaat seperti terdapatnya mikroorganisme yang berasal dari bahan baku pembuatan tahu. Jenis-jenis mikroorganisme yang terdapat pada limbah cair tahu salah satunya berasal dari golongan bakteri. Bakteri yang terdapat pada limbah cair tahu salah satu contohnya yaitu bakteri proteolitik.

Bakteri proteolitik merupakan bakteri yang mampu memproduksi enzim protease secara ekstraseluler. Bakteri proteolitik memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Bakteri ini umumnya digunakan dalam bidang industri pangan maupun non pangan. Kegunaan bakteri proteolitik dalam industri pangan sebagai penjernih bir, pembuatan keju, pembuatan *craker*, sereal, minuman, roti dan pengempuk daging. Sedangkan dalam industri non pangan digunakan untuk industri detergen, tekstil, kulit, pakan ternak dan biomedis (Wardani dan Nindita, 2012). Selain itu, bakteri proteolitik ini juga berpotensi sebagai agen bioremediasi limbah. Menurut hasil penelitian Asril, 2019, yang menyatakan keberadaan bakteri Indigenus *Pseudomonas aeromonas* yang berasal dari limbah cair tahu, bakteri proteolitik serta bakteri pelarut fosfat memiliki potensi dalam meningkatkan kesuburan tanah.

Skrening (penapisan) bertujuan untuk mengetahui apakah suatu mikroorganisme tertentu menghasilkan senyawa kimia tertentu seperti enzim (Lutfi, 2012). Bakteri proteolitik hasil skrening dari limbah tahu akan di uji patogenitas yang bertujuan untuk mengetahui isolat bakteri yang digunakan tidak berbahaya bagi mikroorganisme lainnya terutama bagi manusia dan hewan. Uji patogenitas yang dilakukan ada 2 yaitu uji fermentasi laktosa dan uji hemolysis pada isolat, dengan menggunakan media *MacConkey Agar* (MCA) dan media *Blood Agar Plate* (BAP). Media MCA memiliki kemampuan untuk membedakan bakteri berdasarkan fermentasi laktosa. Sedangkan media BAP membedakan bakteri hemolitik dan non hemolitik berdasarkan kemampuannya dalam melisis sel-sel darah merah. Hemolisis terdapat 3 jenis yakni alfa hemolisis yang memiliki kemampuan menghemolisis sebagian sel darah merah atau hanya memecah sel-sel darah merah,

perubahan yang terjadi pada media yaitu menjadi kekuningan kehijauan atau dapat berubah menjadi warna coklat. Beta hemolisis yang memiliki kemampuan menghemolisis sel darah merah secara sempurna dengan begitu lisis butir darah merah terlihat pada wilayah yang benar-benar jernih. Gama hemolisis yang tidak mampu menghidrolisis sel darah merah dan tidak terjadinya perubahan pada media (Sabrina dan Ethica, 2018).

Maristiasa *et al.*, (2019), menyatakan bahwa terdapatnya bakteri indigenus penghasil enzim protease dengan tingkat patogenitas relatif rendah dari limbah cair industri tahu yang dapat dijadikan agen bioremediasi limbah. Berdasarkan penelitian-penelitian di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Skrening dan Uji Patogenitas Bakteri Proteolitik dari Limbah cair tahu”.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik bakteri proteolitik dari limbah cair tahu?
2. Bagaimana patogenitas isolat proteolitik dari limbah cair tahu?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik bakteri proteolitik dari limbah cair tahu
2. Untuk mengetahui patogenitas isolat proteolitik dari limbah cair tahu

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan karakterisasi isolat bakteri proteolitik pada limbah cair tahu.
2. Memberikan informasi patogenitas bakteri proteolitik dari limbah cair tahu.
3. Memberikan informasi dan referensi bagi mahasiswa, dosen, dan masyarakat mengenai terdapatnya bakteri proteolitik pada limbah cair tahu.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Tahu

Salah satu olahan makanan yang berbahan baku dari kacang kedelai ialah tahu. Tahu merupakan salah satu olahan dari kacang kedelai yang sangat diminati oleh masyarakat Indonesia. Banyaknya permintaan dipasar maka produksi tahu meningkat sehingga banyaknya timbul industri rumahan yang mengelola tahu. Proses pembuatan tahu terdiri dari proses pencucian kedelai, perebusan, pengepresan dan pencetakan. Sehingga dari proses-proses tersebut akan menghasilkan limbah. Limbah tahu terdiri dari 2 jenis yakni limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa kulit kacang kedelai, serta kotoran yang berasal dari perendaman kacang kedelai, selain itu adanya ampas tahu yang berasal dari proses penyaringan bubur kedelai. Ampas yang dihasilkan yang dihasilkan memiliki kandungan air 82,69%; protein 2,42% abu 0,55%; lemak 0,62%; dan karbohidrat 13,71% (Saputra, 2018). Biasanya ampas ini dijadikan makanan untuk ternak.



Gambar 2.1 Limbah cair tahu yang di buang ke sungai (Sumber : Koleksi Pribadi, 2020)

Limbah cair tahu mengandung bahan organik yang sangat tinggi seperti protein sebanyak 40- 60%, karbohidrat sebanyak 25- 50% dan lemak sebanyak 10%. Apabila limbah tersebut tidak diolah sedangkan tahu diproduksi setiap harinya ini akan terjadi meningkatnya bahan-bahan organik tersebut. Senyawa organik limbah tahu mengandung BOD, COD dan TSS yang tinggi apabila tidak diolah dibiarkan begitu saja akan menyebabkan pencemaran. Kadar BOD dalam Limbah tahu sekitar 5000-10.000 mg/l dan COD 7000 – 12.000 mg/l (Dahuji *et al.*, 2017). Selain itu, limbah tahu mengandung kadar N sebanyak 43,37 mg/l, kadar P sebanyak 114,36 mg/l dan kadar K sebanyak 223 mg/l (Kusumawati *et al.*, 2015). Berikut table 2.1 baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.

Tabel 2.1 Baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai

Parameter	Pengolahan Kedelai					
	Kecap		Tahu		Tempe	
	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)	Kadar *) (mg/L)	Beban (kg/ton)
BOD	150	1,5	150	3	150	1,5
COD	300	3	300	6	300	3
TSS	100	1	200	4	100	1
PH	6 – 9					
Kualitas air limbah paling tinggi (m ³ /ton)	10		20		10	
Keterangan :						
1. *) kecuali untuk pH						
2. Satuan kuantitas air limbah adalah m ³ per ton bahan baku						
3. Satuan beban adalah kg per ton bahan baku						

Limbah cair tahu yang di hasilkan dari produktifitas tahu yang dibuang begitu saja tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu dapat mencemari lingkungan dan berdampak buruk bagi masyarakat sekitar. Limbah tersebut akan mengalami pembusukan bahan-bahan organik yang akan menimbulkan bau yang berasal dari ammonia dan hydrogen sulfida, sehingga dapat menyebabkan terganggunya kesehatan masyarakat sekitar terutama pada organ pernafasan (Samsudi *et al.*, 2018).

Limbah yang dibuang langsung tanpa pengolahan akan membuat kerusakan lingkungan. Allah melarang kita membuat kerusakan dimuka bumi. Hal ini berhubungan Allah SWT berfirman dalam QS Al-A'raf/7: 56 :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya : “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat baik.

Dalam Tafsir Ibnu Katsir, QS Al-A'raf ayat 56 diatas Allah SWT melarang perbuatan kerusakan di muka bumi ini dan perbuatan yang dapat membahayakan kelastarian yang telah diciptakan-Nya. Sesungguhnya segala sesuatu itu telah berjalan sesuai kelestariannya, dan apabila terjadi kerusakan maka akan membahayakan semua hamba Allah. Dan Allah memerintahkan untuk menyembah-Nya dan berdo'a kepada-Nya. Sesungguhnya rahmat Allah selalu kepada orang-orang yang berbuat kebaikan. Salah satu upaya kita dalam rangka menaati perintah Allah untuk menjaga lingkungan adalah dengan melakukan perbaikan pada lingkungan yang rusak.

2.2 Mikroba pada Limbah Tahu

Limbah cair tahu selain memiliki tingkat pencemaran yang tinggi limbah ini juga memiliki sumber mikroba yang sangat berpotensi. Penelitian Afifah *et al.*, (2018), memperoleh isolat bakteri asetogenik yang berasal dari pengolahan limbah cair tahu yang memiliki kemampuan dalam menghasilkan asam asetat. Berdasarkan hasil identifikasi secara biokimia bakteri tersebut tergolong ke dalam bakteri *Acinetobacter* sp. dengan probabilitas 51,25%. Adanya bakteri indigenus limbah tahu yang telah teridentifikasi berasal dari jenis *Bacillus subtilis*. Bakteri ini mampu menghasilkan keratinase yaitu enzim protease yang mampu mendegradasi keratin menjadi peptida-peptida yang pendek (Tyas, 2016). Hasil penelitian Karina *et al.*, (2016), ditemukannya 7 isolat bakteri proteolitik dengan 2 isolat yang nilai Indeks Proteolitiknya tertinggi yang berasal dari saluran pembuangan limbah industri tahu. Berdasarkan hasil penelitian Ken *et al.*, (2019) didapatkan 2 jenis bakteri indigenus yang berasal dari limbah tahu yakni bakteri genus *Bacillus* dan genus *Pseudomonas*.

Bakteri-bakteri tersebut mampu menghasilkan enzim protease yang dapat dijadikan bioremediasi senyawa organik pada limbah. Penelitian Nur *et al.*, (2016) tentang isolasi bakteri microbial fuel cell pada limbah cair tahu sebagai sumber energi listrik terdapat tiga genus bakteri yakni genus *Enterobacter*, *fusobacterium*, dan *Desulfomaculum*. Bakteri-bakteri tersebut mampu menghasilkan listrik. Selain bakteri yang berasal dari limbah cair tahu, limbah padat tahu pun dapat menghasilkan bakteri proteolitik seperti pada penelitian Badriyah dan Ardyati, (2013) terdapat Lima isolat bakteri yang memiliki aktivitas dalam menghasilkan enzim protease yang berasal dari ampas tahu.

Mikroorganisme pada limbah tahu tidak hanya dapat menurunkan kadar COD dan BOD saja, seperti halnya pada penelitian Fitriana *et al.*, (2016), yang memanfaatkan potensi limbah air tahu sebagai sumber bakteri penghasil enzim protease dalam melawan radikal bebas.

2.3 Bakteri Proteolitik

Bakteri berasal dari bahasa Yunani “Bakterion” yang berarti tongkat atau batang. Istilah bakteri ini digunakan untuk mikroorganisme yang bersel satu, memiliki ukuran micron dan berkembang biak dengan pembelahan diri (Puspitasari, 2012). Bakteri proteolitik merupakan bakteri yang mampu memproduksi enzim protease secara ekstraseluler. Enzim tersebut dapat memecahkan atau mendegradasi protein yang telah diproduksi didalam sel dan dilepas keluar sel. Aktifitas bakteri proteolitik ini dapat dilihat dari zona bening, semakin besar aktivitas bakteri maka semakin besar pula zona bening yang terbentuk disekitar koloni yang tumbuh dimedia. Terbentuknya zona bening tersebut menandakan bahwa protein pada media telah dirombak menjadi senyawa peptide dan asam amino (Hijrianto, 2019).

Penelitian Munifah (2014), mengenai bakteri proteolitik yang berasal dari terasi Cirebon. Hasil penelitian tersebut diperoleh bakteri proteolitik dengan jenis *Bacillus subtilis* / *Amyloliqui faciens*. Penelitian Rizaldi (2018), mengenai bakteri proteolitik yang diisolasi dari tumbuhan lamun. Hasil penelitian ini memperoleh bakteri proteolitik dari genus *Staphylococcus* sp, genus *Plesiomonas shigelloides*, genus *Bacillus* sp dan genus *Pseudomonas* sp. Berikut tabel 2.2 Beberapa kajian tentang bakteri proteolitik.

Tabel 2.2 Beberapa kajian tentang bakteri proteolitik

No.	Sumber Isolat	Jumlah Isolat	Kemampuan Isolat Proteolitik	Keterangan
1.	Limbah cair tahu	2	Memiliki kemampuan dalam mereduksi bahan organik dari parameter COD, BOD, dan pH.	Lestari, (2011).
2.	Lamun	4	Berasosiasi dengan lamun jenis <i>Enhalus acoroides</i>	Rizaldi, (2018).
3.	Limbah cair tahu	17	Sebagai alternative biokonversi limbah dalam meningkatkan kesuburan tanah dengan memperkaya unsur hara tanah seperti fosfor dan nitrogen.	Asril <i>et al.</i> (2019).
4.	Limbah cair tahu	12	Melawan radikal bebas	Fitriana <i>et al.</i> (2016).
5.	Limbah cair tahu	28	Sebagai agen biofertilizer	Asril <i>et al.</i> (2019).
6.	Limbah cair tahu	7	kemampuan bakteri dalam menghasil enzim protease.	Karina, (2016).
7.	Limbah cair Puskesmas	1	Sebagai agen bioremediasi limbah biomedis cair Puskesmas	Sabrina, (2018).
8.	Tanah mangrove	3	Menambah nutrisi dan menyuburkan tanah.	Hastuti <i>et al.</i> (2017)
9.	Tanah gambut	5	Kemampuan bakteri dalam menghasil enzim protease pada tanah gambut.	Mahdiyah, (2015)
10.	Tanah rawa	3	Kemampuan bakteri dalam menghasil enzim protease pada tanah rawa.	Baehaki, (2011).

Berdasarkan beberapa kajian di atas dapat disimpulkan bahwa terdapatnya mikroorganisme yang sangat bermanfaat bagi kehidupan. Hal ini membuktikan bahwa Allah SWT tidaklah menciptakan segala sesuatu itu sia-sia, ini sesuai dengan firman Allah dalam QS. Ali-Imran ayat 190-191 yang berbunyi

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ
يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا
خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya : ” Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.

Dalam Tafsir Ibnu Katsir, QS Ali-Imran ayat 190-191 diatas Allah SWT dalam proses penciptaan langit dan bumi terdapat tanda-tanda kekuasaan-Nya yang terdapat pada ciptaan-Nya yang dapat dijangkau oleh indera manusia pada keduanya (langit dan bumi), baik yang berupa; bintang-bintang, komet, daratan dan lautan, pegunungan, dan pepohonan, tumbuh-tumbuhan, tanaman, buah-buahan, binatang, barang tambang, serta berbagai macam warna dan aneka ragam makanan dan bebauan. Semuanya itu merupakan ketetapan Allah yang Mahaperkasa lagi Maha-mengetahui. Yaitu mereka yang mempunyai akal yang sempurna lagi bersih, yang mengetahui hakikat banyak hal secara jelas dan nyata. Mereka bukan orang-orang tuli dan bisu yang tidak berakal. Allah tidak menciptakan semuanya ini dengan sia-sia, tetapi dengan penuh kebenaran, dan Allah memberikan balasan kepada orang-orang yang beramal buruk terhadap apa-apa yang telah mereka kerjakan dan juga

memberikan balasan orang-orang yang beramal baik dengan balasan yang lebih baik (Surga). Kemudian mereka menyucikan Allah dari perbuatan sia-sia dan penciptaan yang bathil seraya berkata: “Mahasuci Engkau.” Yakni dari menciptakan sesuatu yang sia-sia. “Maka peliharalah kami dari siksa Neraka.” Maksudnya, wahai Rabb yang menciptakan makhluk ini dengan sungguh-sungguh dan adil. Wahai Dzat yang jauh dari kekurangan, aib dan kesia-siaan, peliharalah kami dari adzab Neraka dengan daya dan kekuatan-Mu. Dan berikanlah taufik kepada kami dalam menjalankan amal shalih yang dapat mengantarkan kami ke Surga serta menyelamatkan kami dari adzab-Mu yang sangat pedih.

2.4. Uji Patogenitas Mikroba

Patogen merupakan mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit. Kemampuan mikroorganisme dalam menimbulkan penyakit pada inangnya disebut dengan patogenitas. Kemampuan bakteri dalam menyebabkan penyakit tergantung pada patogenitasnya. Oleh karena itu, dilakukannya uji patogenitas yang bertujuan sebagai bukti bahwa isolat yang didapatkan bisa menimbulkan gejala penyakit yang sama dengan gejala penyakit yang didapatkan sebelumnya (Fanani, 2015).

Uji patogenitas bakteri dapat dilakukan dengan menggunakan media *MacConkey Agar* (MCA) dan media *Blood Agar Plate* (BAP). Media MCA mengandung zat inhibitor garam empedu (bile salt) berfungsi untuk menekan pertumbuhan bakteri gram positif akan tetapi dapat menumbuhkan bakteri gram negative kecuali *Haemophilus* dan *Pasteuralla*. Media ini memiliki kemampuan untuk membedakan bakteri berdasarkan fermentasi laktosa. Apabila bakteri tersebut dapat memfermentasi laktosa maka akan tumbuh koloni berwarna pink. Sedangkan bakteri

yang tidak dapat memfermentasi laktosa tidak berwarna. Perubahan tersebut terjadi dikarenakan zat indikator *neurital red* pada media memiliki sifat asam sehingga dapat berubah menjadi pink dan apabila dalam suasana basa maka tidak berwarna (Suarjana *et al.*, 2017).

Media BAP dipergunakan untuk memperkuat uji patogenitas tersebut. Fungsi media BAP ini untuk membedakan bakteri hemolitik dan non hemolitik. Tingkat uji patogenitas media BAP berdasarkan kemampuan dalam melisis sel-sel darah merah. Hemolisis terdapat 3 jenis yakni alfa hemolisis yang memiliki kemampuan menghemolisis sebagian sel darah merah atau hanya memecah sel-sel darah merah, perubahan yang terjadi pada media yaitu menjadi kekuningan kehijauan atau dapat berubah menjadi warna coklat. Beta hemolisis yang memiliki kemampuan menghemolisis sel darah merah secara sempurna dengan begitu lisis butir darah merah terlihat pada wilayah yang benar-benar jernih. Gama hemolisis yang tidak mampu menghidrolisis sel darah merah dan tidak terjadinya perubahan pada media (Sabrina dan Ethica, 2018).



Gambar 2.2 Jenis-jenis hemolysis pada media BAP (Orbit Biotech, 2018)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan November 2020 – Januari 2021. Sampel limbah tahu berasal dari kawasan Gampong Batoh Banda Aceh. Isolasi bakteri proteolitik, uji patogenitas serta uji biokimia dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Genetika Prodi Biologi gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan yakni dari bulan November sampai dengan Januari.

Tabel 3.1 Rincian pelaksanaan kegiatan

Kegiatan	November				Desember				Januari			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan alat dan bahan												
Sterilisasi Alat												
Pengambilan sampel limbah tahu di Gampong Batoh												
Pembuatan media												
Isolasi bakteri Proteolitik												
Uji Patogenitas												

Uji biokimia												
Bakteri Proteolitik												
Analisis data												
Penyelesaian penulisan skripsi												
Sidang Munaqasyah												

3.3 Objek Penelitian (Populasi & Sampel)

Limbah cair tahu diambil dari tempat pembuangan limbah pabrik tahu. Bakteri proteolitik diperoleh dari limbah cair tahu. Bakteri proteolitik diuji tingkat patogenitasnya.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yakni botol sampel steril, botol gelap, timbangan analitik, autoklaf, *waterbath*, cawan petri, pipet ukur, jarum ose, tabung reaksi, mikroskop, pipet tetes, kaca benda, gelas elenmayer, gelas ukur, thermometer, *Laminar Air Flaw* (LAF), mikropipet, hot plate, incubator, lampu Bunsen, kamera digital dan kaca penutup.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni limbah cair tahu, lugol, Aquadest, alkohol 70%, Nacl fisiologi, safranin, Kristal violet, media *Skim Milk Agar*(SMA), media *MacConkey Agar* (MCA) dan media *Blood Agar Plate* (BAP), *Oxidase test trip*, H₂O₂, media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), media *Motility Indol Ornithin* (MIO), media air pepton, reagen *kovac*, media *simmon citrate*.

3.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif eksperimental.

3.6 Skrening Bakteri Proteolitik dari Limbah Cair Tahu

3.6.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di pabrik tahu di desa Batoh kota Banda Aceh pada waktu sore hari. Pengambilan sampel pertama untuk isolasi bakteri proteolitik diambil pada saluran pembuangan akhir dari pabrik tahu. Sampel diambil sebanyak 500 ml dimasukkan ke dalam botol steril gelap ukuran 600 ml (Karina *et al.*, 2016). kemudian dibawa ke Laboratorium untuk di analisis lebih lanjut.

3.6.2 Isolasi Bakteri Proteolitik

Sampel limbah tahu dibuat pengenceran bertingkat 10^{-1} - 10^{-5} . Diambil sebanyak 0,1 ml pada seri pengenceran 10^{-3} dan 10^{-5} , kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media Skim Milk Agar, kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 24 -48 jam. Dilakukan beberapa kali inokulasi isolat bakteri ke media *Skim Milk Agar*(SMA) hingga diperoleh isolat murni bakteri (Karina *et al.*, 2016).

Kemampuan bakteri dalam mendegradasi protein ditandai dengan terdapatnya zona bening disekitar koloni dengan menggunakan metode titik yang bertujuan untuk mengetahui indeks proteolitik isolate bakteri. Besar




diameter zona bening dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Karina *et al.*, 2016):

$$IP = \frac{\text{Diameter zona bening protease (mm)}}{\text{Diameter koloni (mm)}}$$

Keterangan:

IP = Indeks Proteolitik

Keterangan :

-  = koloni bakteri
-  = Diameter zona bening
-  = Diameter Koloni

Indeks proteolitik yaitu perbandingan antara diameter zona bening disekitar koloni dengan diameter koloni. Berikut katagori indeks proteolitik (IP) yakni $IP \leq 1$ digolongkan sangat rendah, $1 \geq IP \geq 2$ digolongkan rendah, $2 \geq IP \geq 3$ digolongkan sedang dan $IP \geq 3$ digolongkan tinggi (Asri *et al.*, 2019). Isolat yang digunakan yaitu isolat dengan nilai indeks proteolitik (IP) ≥ 3 dikarenakan isolat tersebut sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber protease (Soeka, 2014).

3.6.3. Uji Patogenitas

Uji patogenitas isolat bakteri proteolitik yakni menggunakan media *MacConkey Agar* (MCA) dan media *Blood Agar Plate* (BAP). Isolat ditumbuhkan pada media MCA dan BAP kemudian diinkubasi 1x24 jam dengan temperatur 37⁰C (Sabrina dan Ethica, 2018). Media MCA ini memiliki kemampuan untuk membedakan bakteri berdasarkan fermentasi laktosa. Apabila bakteri tersebut dapat memfermentasi laktosa maka akan tumbuh koloni berwarna pink. Sedangkan bakteri yang tidak dapat memfermentasi laktosa tidak berwarna. Perubahan tersebut terjadi dikarenakan zat indikator *neurotal red* pada media memiliki sifat asam sehingga dapat berubah menjadi pink dan apabila dalam suasana basa maka tidak berwarna (Suarjana *et al.*, 2017).

Media BAP membedakan bekteri hemolitik dan non hemolitik berdasarkan kemampuannya dalam melisis sel-sel darah merah. Hemolisis terdapat 3 jenis yakni alfa hemolisis yang memiliki kemampuan menghemolisis sebagian sel darah merah atau hanya memecah sel-sel darah merah, perubahan yang terjadi pada media yaitu menjadi kekuningan kehijauan atau dapat berubah menjadi warna coklat. Beta hemolisis yang memiliki kemampuan menghemolisis sel darah merah secara sempurna dengan begitu lisis butir darah merah terlihat pada wilayah yang benar-benar jernih. Gama hemolisis yang tidak mampu menghidrolisis sel darah merah dan tidak terjadinya perubahan pada media (Sabrina dan Ethica, 2018).

Berdasarkan uji patogenitas isolat yang aman digunakan yaitu pada media BAP ditandai dengan tidak membentuk zona bening di sekitar koloni disebut juga

dengan gama hemolysis. Isolat ini dinyatakan isolat yang non pathogen dan dapat digunakan untuk pengujian selanjutnya (Sugireng, 2016). Sedangkan pada media MCA koloni bersifat *lactosefermenter* yang ditandai dengan terdapatnya warna violet pada media MCA (Sabrina dan Ethica, 2018).

3.6.4. Karakterisasi Isolat Bakteri Proteolitik

Karakteristik isolat dilakukan dengan pengamatan morfologi koloni, morfologi sel dengan pewarnaan dan uji biokimia. Pengamatan morfologi koloni untuk mengamati bentuk, tepi, warna dan elevasi koloni bakteri, bentuk sel, warna sel dari pewarnaan Gram. Uji biokimia yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengujian Gram

Isolat bakteri diletakkan pada kaca preparat sebanyak 1 ose. Kemudian ditetaskan gram A (kristal violet) sebanyak 2-3 tetes dan didiamkan selama 1 menit. Lalu preparat di bilas dengan menggunakan air mengalir hingga warna luntur. Kemudian preparat ditetaskan gram B (larutan lugol) sebanyak 2-3 tetes dan didiamkan selama 1 menit. Lalu preparat di bilas dengan menggunakan air mengalir dan dikeringkan. Berikutnya preparat ditetesi 2-3 tetes larutan alkohol-aseton lalu dicuci kembali. Kemudian difiksasi dengan menggunakan api spiritus. Selanjutnya ditetesi larutan safranin pada preparat sebanyak 2-3 tetes dan didiamkan selama 1 menit lalu dicuci dan dikeringanginkan. Setelah itu preparat diamati dibawah mikroskop (Ginting *et al.*, 2018).

2. Uji Oksidase

Uji oksidasi untuk melihat bentuk pertumbuhan dari bakteri penghasil enzim protease (Ken *et al.*, 2019). Cara pengujian ini Uji oksidase dilakukan dengan mengambil isolate bakteri sebanyak 1 ose, lalu di oleskan pada Oxidase Test Strip. Kemudian dilihat perubahan yang terjadi. Jika pada daerah tempat Oxidase Test Strip yang terkena bakteri berwarna biru tua keunguan maka oksidase positif, jika berwarna putih (tetap) maka bersifat negatif (Ginting *et al.*, 2018).

3. Uji Katalase

Uji katalase, yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memproduksi enzim katalase yang ditunjukkan dengan terbentuknya gelembung (Ken *et al.*, 2019). Cara pengujian ini isolat bakteri diletakkan pada kaca benda sebanyak 1 ose, lalu diteteskan reagen H₂O₂. kemudian Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung gas pada ose, dan hasil negatif tidak terbentuk gelembung gas (Ginting *et al.*, 2018).

4. Uji TSIA

Isolat bakteri diambil 1 ose, kemudian diinokulasi secara menusuk tegak lurus pada bagian butt (tusuk) dan cara zig zag pada bagian slant (miring) pada media TSIA. Lalu diinkubasi selama 24 - 48 jam dengan suhu 37°C. kemudian diamati Perubahan warnanya, apabila bagian slant berwarna merah dan butt berwarna kuning maka bakteri mampu memfermentasi glukosa, sedangkan apabila bagian slant dan butt keduanya berwarna kuning

maka bakteri mampu memfermentasi sukrosa dan laktosa (Ginting *et al.*, 2018).

5. Uji Motilitas

Isolat bakteri diambil sebanyak 1 ose (ose lurus) isolat dari stok kultur lalu diinokulasikan dengan cara ditusuk pada medium MIO (*Motility Indol Ornithin*), lalu diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Hasil positif (motil) ditunjukkan dengan terdapat rambatan-rambatan di sekitar bekas tusukan jarum pada medium dan hasil negatif (non motil) tidak terdapatnya rambatan-rambatan disekitar bekas tusukan jarum ose pada medium (Ginting *et al.*, 2018).

6. Uji Indole

Isolat bakteri diinokulasi pada media air pepton sebanyak 1 ose. Lalu, diinkubasikan selama 24 jam dengan suhu 37°C. setelah itu, diteteskan reagen Kovac pada dinding tabung secara perlahan hingga terlihat garis pemisah antara media dan reagen. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya cincin warna merah pada garis pemisah, sedangkan tidak terbentuknya cincin merah antara media dan reagen menunjukkan hasil negatif. Uji indol bertujuan untuk mengetahui bakteri mengandung enzim triptofanase yang merupakan katalis pengurai gugus indol yang terkandung dalam asam amino triptofan (Ulfa *et al.*, 2016).

7. Uji Simmon Citrate

Isolat bakteri diambil sebanyak 1 ose diinokulasi secara zig-zag pada permukaan agar miring media Simmons Citrate, kemudian diinkubasi selama

24 jam pada suhu 29°C. Uji positif ditandai dengan adanya perubahan warna medium menjadi biru dan uji negatif ditandai dengan tidak terjadinya perubahan warna pada media (Ginting *et al.*, 2018).



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil skrining bakteri dari limbah cair tahu diperoleh 10 jenis isolat bakteri proteolitik dengan morfologi koloni bakteri yang berbeda-beda dapat dilihat pada tabel 4.1. Isolat-isolat tersebut kemudian diberikan kode LT.

Tabel 4.1 Morfologi koloni bakteri secara makroskopis

Kode isolate	Tepian	Bentuk	Elevasi	Warna
LT1	Berlekuk	Tak beraturan dan menyebar	Datar	Cream
LT2	Tak beraturan	Tak beraturan dan menyebar	Datar	Cream
LT3	Licin	Bundar	Datar	Cream
LT4	Berombak	Konsentris	Seperti tetesan	Cream
LT5	Seperti wol	Tak beraturan dan menyebar	Datar	Cream
LT6	Tak beraturan	Tak beraturan dan menyebar	Timbul	Cream
LT7	Berlekuk	Bundar dengan tepian menyebar	Datar	Cream
LT8	Berombak	Bundar	Datar	Cream
LT9	Licin	Bundar	Cembung	Cream
LT10	Siliat	Bundar dengan tepian menyebar	Datar	Cream

Keterangan : LT (Limbah Tahu)

Berdasarkan hasil penelitian 10 isolat hasil skrining awal memiliki indeks proteolitik yang bervariasi. Berikut data indeks proteolitik pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Indeks proteolitik isolat limbah cair tahu

Kode Isolat	Diameter Zona Bening	Diameter Koloni	Indeks Proteolitik
LT1	6	2	3
LT2	5	2	2,5
LT3	9	3	3
LT4	4	2	2
LT5	7	6	1,16
LT6	7	5	1,4
LT7	5	3	1,66
LT8	4	3	1,3
LT9	6	3	2
LT10	6	2	3

Keterangan :

$IP \leq 1$: Sangat rendah

$1 > IP \geq 2$: Rendah

$2 > IP \geq 3$: Sedang

$IP \geq 3$: Tinggi

Hasil pengukuran indeks proteolitik dari 10 isolat hanya tiga isolat yang memiliki nilai indeks proteolitiknya 3 yang dikategorikan tinggi yaitu LT1, LT3 dan LT10. Kemudian dilakukan pengujian patogenitas dengan menggunakan media MCA dan BAP seperti pada table 4.3.

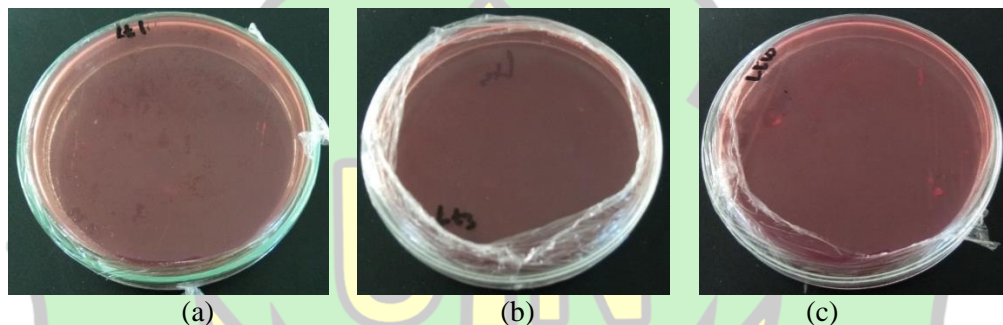


Gambar 4.1 Bakteri proteolitik dari limbah cair tahu a). isolat LT1
b). isolat LT3 dan c). isolat LT10

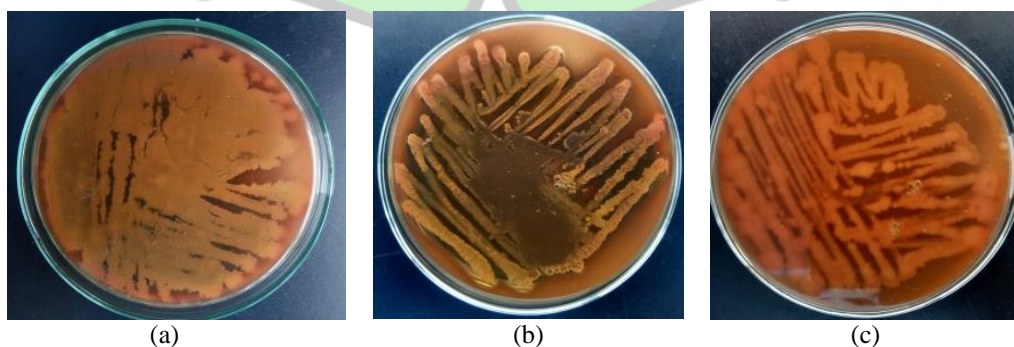
Table 4.3 Hasil uji patogenitas bakteri proteolitik dari limbah cair tahu

Kode isolate	Media MacConkey Agar (MCA)	Media Blood Agar Plate (BAP)
LT1	Negatif	β Hemolisis
LT3	Negatif	β Hemolisis
LT10	Negatif	γ Hemolisis

Hasil uji patogenitas pada media MCA ketiga isolat negative, dapat dilihat pada gambar 4.2.

**Gambar 4.2** Uji Patogenitas Media MCA, (a). LT1, (b). LT3 dan (c). LT10.

Sedangkan pada uji patogenitas menggunakan media BAP isolat LT1 bersifat β Hemolisis (beta Hemolisis), Isolat LT3 bersifat β Hemolisis (beta hemolisis) dan isolat LT10 bersifat γ Hemolisis (gamma hemolisis) dapat dilihat pada gambar 4.3. Kemudian setelah uji patogenitas dilakukan karakterisasi lebih lanjut meliputi pewarnaan gram dan uji biokimia. Karakterisasi dilakukan pada isolat LT1, LT3 dan LT10 dapat dilihat pada tabel 4.4 dan gambar 4.4.

**Gambar 4.3** Uji Patogenitas Media BAP, (a). LT1 β Hemolisis, (b).LT3 β Hemolisis dan (c). LT10 γ Hemolisis.

Tabel 4.4 Karakteristik koloni bakteri dan uji biokimia

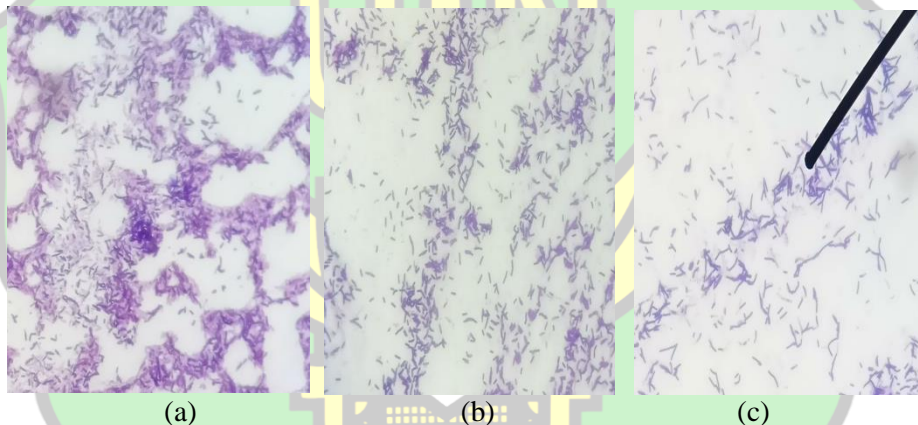
No	Isolat	Gram	Bentuk sel	TSIA	Katalase	Motilitas	Indole	Oksidase	Simmon citrate
1.	LT1	+	Basil	-/-	+	-	+	+	-
2.	LT3	+	Basil	-/-	+	-	+	+	-
3.	LT10	+	Basil	-/-	+	-	+	+	-

Keterangan :

+ : Positif

- : Negatif

TSIA -/- : jingga/merah



Gambar 4.4 Gram positif pada isolat (a). LT1 (b). LT3 dan (c). LT10

4.2 Pembahasan

Sampel limbah cair tahu yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari salah satu pabrik tahu yang berada dikawasan Desa Batoh Banda Aceh. Ciri-ciri sampel yang diambil limbah berwarna kuning kekeruhan. Kemudian dilakukan pengukuran fisik yaitu dengan hasil nilai pH 5 dan suhu 33°C. Nilai pH limbah cair tahu tersebut tergolong rendah sehingga tidak memenuhi standar baku mutu limbah yang bernilai 6. Hal ini dikarenakan limbah mengandung senyawa organik yang dapat

menurunkan pH (Sepriani *et al.*, 2016). Menurut Asril *et al.*, (2019), limbah cair tahu memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sehingga dapat mempengaruhi kadar pH pada limbah.

Proses skrening bakteri proteolitik diawali dengan melakukan pengenceran pada sampel limbah cair tahu, hal ini bertujuan untuk mengurangi jumlah bakteri yang terdapat pada sampel sehingga koloni bakteri dapat terpisah. Pengenceran yang diambil yaitu pengenceran 10^{-3} dan 10^{-5} , terdapatnya bakteri proteolitik pada limbah cair tahu dapat dilihat pertumbuhannya pada media *Skim Milk Agar* (SMA) dalam masa inkubasi selama 24 jam. Hasil inkubasi bakteri dilakukan pemurnian guna untuk mendapatkan isolat murni.

Hasil dari penelitian ini diperoleh 10 isolat dengan aktifitas bakteri proteolitik ini dapat terlihat dari zona bening yang terbentuk. Semakin besar aktivitas bakteri maka semakin besar pula zona bening yang terbentuk disekitar koloni yang tumbuh di media. Zona bening tersebut menandakan bahwa protein pada media telah dirombak menjadi senyawa peptide dan asam amino (Hijrianto, 2019). Dari 10 isolat tersebut memiliki nilai indeks proteolitik (IP) dengan 3 golongan yang berbeda-beda yakni : golongan rendah terdapat pada isolat LT5-LT8 dengan nilai IP LT5 (1,16), LT6 (1,4), LT7(1,66), dan LT8 (1,3). Golongan sedang terdapat pada isolat LT2, LT4 dan LT9 dengan nilai IP LT2(2,5), LT4(2) dan LT9 (2). Sedangkan yang termasuk golongan tinggi terdapat pada isolat LT1, LT3 dan LT10 dengan nilai indeks proteolitiknya 3 (tiga) terlihat pada gambar 4.1. Menurut hasil penelitian Asri *et al.*, (2019) mendapatkan 28 isolat yang berasal dari limbah cair tahu, akan tetapi isolat yang memiliki nilai IP tertinggi hanya 2 jenis isolat saja. Selain itu,

Fitriana *et al.*, (2016) berhasil mengisolasi bakteri proteolitik sebanyak 12 isolat. Bahkan, Sabrina, (2018), berhasil mengisolasi 6 isolat bakteri dan yang mampu menghasilkan zona bening lipase hanya satu isolat saja.

Aktivitas isolat yang berbeda-beda dikarenakan setiap jenis bakteri memiliki kondisi optimum yang berbeda. Meningkat dan menurunnya aktivitas bakteri pada masa inkubasi dapat mempengaruhi nilai indeks proteolitik pada isolat. Hal ini disebabkan oleh fase logaritmik dan eksponensial bakteri. Kecepatan pembelahan bakteri berhubungan juga dengan produksi protease, aktivitas protease bakteri pada fase pertumbuhan. Kecepatan pembelahan diri bakteri selama fase log bersifat spesifik tergantung jenis bakterinya (Paskandani *et al.*, 2014), dan kemudian dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang berbeda-beda seperti pH, suhu, substrat dan konsentrasi enzimnya (Sugireng, 2016). Pertumbuhan dan produksi enzim protease oleh bakteri ini sangat dipengaruhi oleh pH media, suhu pertumbuhan, dan aerasi (Pathak, and Deshmukh, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa dari 10 isolat yang ditemukan hanya 3 isolat yang memiliki indeks proteolitik dengan indeks 3 yang katagori tinggi. Ketiga isolat tersebut yaitu LT1, LT3 dan LT10 kemudian dilakukan uji patogenitas. Hasil uji patogenitas pada media MacConkey Agar ketiga isolat negatif dapat dilihat pada gambar 4.2, yang berarti ketiga isolat tersebut tidak dapat memfermentasi laktosa. Bakteri yang tidak dapat memfermentasi laktosa merupakan bakteri yang memiliki tingkat patogenitas rendah dan bakteri yang dapat memfermentasi laktosa yaitu bakteri yang mampu menggunakan laktosa sebagai

sumber nutrisinya (Sabrina dan Ethica, 2018). Penelitian Maristiasa *et al.*, (2019), menemukan 2 isolat bakteri proteolitik yang diketahui bahwa isolat bakteri 1 memiliki kemampuan memfermentasikan laktosa sedangkan isolat 2 tersebut tidak mampu memfermentasikan laktosa.

Hasil uji patogenitas pada media Blood Agar Plate yaitu pada isolat LT1 dan LT3 bersifat β Hemolisis (beta Hemolisis) yang terlihat pada gambar 4.3, yang berarti memiliki kemampuan menghemolisis sel darah merah secara sempurna. Bakteri jenis ini mampu menggunakan darah sebagai sumber nutrisinya. Bakteri bersifat β hemolisis tergolong ke bakteri patogen (Hikmawati *et al.*, 2019). Sedangkan isolat LT10 bersifat γ hemolisis (gamma hemolisis) terlihat pada gambar 4.2, tidak terjadinya perubahan warna pada media yang berarti isolat tidak mampu menghidrolisis sel darah merah atau bakteri tidak mampu menggunakan darah sebagai sumber nutrisinya (Sabrina dan Ethica, 2018). Bakteri yang bersifat γ hemolisis merupakan bakteri yang memiliki tingkat patogenitas yang relatif rendah (Arifiani dan Ethica, 2018). Sehingga berpotensi sebagai agen bioremediasi limbah cair (Ethica, 2018). Menurut hasil penelitian Arifiani dan Ethica, (2018), menemukan 3 isolat bakteri yang bersifat tidak patogen. Jenis bakteri ini dapat dijadikan agen bioremediasi limbah dengan melibat kemampuan bakteri dalam memperbaiki kadar pH, BOD, COD, TDS, TSS pada limbah cair. Selain itu, Sugireng, (2016), berhasil mengisolasi bakteri proteolitik yang memiliki aktivitas protease tinggi dan bakterinya bersifat tidak patogen sehingga dapat digunakan dalam proses ekstraksi kolagen sisik ikan gabus.

Pewarnaan Gram bertujuan untuk mengetahui struktur dinding sel pada bakteri, yaitu seperti jumlah lipid pada sel, aktivitas enzim, peptidoglikan, dan pengikatan dari aktivitas bakteri. Bakteri gram positif memiliki struktur dinding sel dengan kandungan peptidoglikan yang tebal sedangkan bakteri Gram negatif memiliki struktur dinding sel dengan kandungan lipid yang tinggi (Nurhidayati *et al.*, 2015). Berdasarkan hasil karakterisasi koloni bakteri diketahui bahwa ketiga isolat bakteri tersebut gram positif dengan bentuk sel basil. Gram positif ditandai dengan warna biru/ungu seperti gambar 4.4. Hal ini sesuai dengan penelitian Munifah, (2014), juga menemukan bakteri proteolitik yang bersifat gram positif dan bentuk selnya basil. Selain itu, Maristiasa *et al.*, (2019) juga menemukan hasil pewarnaan gram bakteri proteolitik dari limbah industri tahu yang menunjukkan 1 isolat bakteri Gram positif dengan bentuk sel bakteri basil dan terdapat 1 isolat bakteri gram negatif dengan bentuk sel bakteri basil.

Berdasarkan hasil uji biokimia ketiga isolate pada tabel 4.4 terdapat perbedaan kemampuan metabolisme bakteri proteolitik. Ketiga isolat pada uji katalase, Indole dan oksidase menunjukkan reaksi positif. Sebaliknya pada pengujian TSIA, motilitas, dan simmon citrate menunjukkan reaksi negatif. Hal ini sesuai dengan penelitian Munifah, (2014) yang mendapatkan 4 isolat bakteri proteolitik keempat isolate tersebut menunjukkan reaksi positif pada uji biokimia katalase, motilitas dan oksidase, sedangkan pada uji biokimia indole hanya 2 isolat yang positif. Berbeda dengan hasil penelitian Rizaldi *et al.*, (2018), mendapatkan 4 isolat bakteri proteolitik dengan hasil uji biokimia keempat isolat positif uji simmon citrate dan katalase, tiga isolat positif motilitas, dua isolat positif oksidase dan hanya satu isolat positif indole.

Berdasarkan hasil Pengkarakterisasian dan uji biokimia bakteri yang dibandingkan dengan buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* menunjukkan bahwa isolat LT1, LT3 dan LT10 memiliki kemiripan ciri dengan bakteri genus *Bacillus*. Kriteria *Bacillus* menurut buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* yaitu bakteri Gram positif, hasil uji katalase positif dan bakteri negatif uji motil.



BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang skrening dan uji patogenitas bakteri proteolitik dari limbah tahu, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Skrening bakteri dari limbah cair tahu bahwa didapatkan sebanyak 10 isolat bakteri. Dari 10 isolat bakteri hanya 3 isolat yang berpotensi dengan memiliki nilai indeks proteolitiknya 3 yaitu LT1, LT3, dan LT10.
2. Ketiga isolat memiliki bentuk sel basil dan Gram positif.
3. Hasil uji patogenitas dari ketiga isolat yaitu : LT1 bersifat β Hemolisis, LT3 bersifat β Hemolisis dan LT10 bersifat γ Hemolisis.
4. Hasil uji biokimia ketiga isolat pada uji katalase, Indole dan oksidase menunjukkan reaksi positif, sedangkan pada pengujian TSIA, motilitas, dan simmon citrate menunjukkan reaksi negatif.

5.2 SARAN

1. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan untuk mengetahui jenis bakteri hingga tingkat spesies.
2. Perlu dilakukann optimasi pertumbuhan bakteri proteolitik untuk mendapatkan pertumbuhan bakteri secara optimum.
3. Perlu dilakukan pengujian kemampuan isolate dalam mendegrasi limbah cair tahu.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, H., Hidayat, N. dan Wignyanto. 2018. Penentuan Isolat Bakteri Asetogenik yang Mampu Menghasilkan Total Asam Tertinggi pada Pengolahan Limbah Cair Tahu secara Anaerob. *Jurnal Teknologi dan manajemen Agroindustri*. Vol. 7, No.1.
- Anggraini, R., Aliza, D., dan Mellisa, S. 2016. Identifikasi Bakteri *Aeromonas hydrophila* Dengan Uji Mikrobiologi Pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Yang Dibudidayakan Di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. Vol. 1, No.2.
- Arifiani, N., dan Ethica, S. N., (2018). Isolasi Bakteri Lipase dan Protease yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi dari Limbah Cair Puskesmas Halmahera Kota Semarang. *In Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*. Vol. 1.
- Asril, M., dan Leksikowati, S.S. 2019. Isolasi dan Seleksi Bakteri Proteolitik Asal Limbah Cair Tahu Sebagai Dasar Penentuan Agen Pembuatan Biofertilizer. *Journal of Islamic Science and Technology*. Vol. 5, No. 2.
- Asril, M., Oktaviani, I., dan Leksikowati, S.S. 2019. Isolasi Bakteri Indigeneous dari Limbah Cair Tahu dalam Mendegradasi Protein dan Melarutkan Fosfat (Isolation of Indigeneous Bacteria from Tofu Wastewater for Degrading Proteins and Solubilizing Phosphate). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 20, No 1.
- Badriyah, B.I., dan Ardyati, T. 2013. Deteksi Aktivitas Proteolitik Isolat Bakteri Asal Ampas Tahu pada Substrat Bekatul. *Jurnal Biotropika*. Vol. 1, No. 3.
- Baehaki, A., Rinto dan Budiman, A. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Protease dari Bakteri Tanah Rawa Indralaya, Sumatra Selatan. *J.Tekmol. dan Industri Pangan*. Vol. XXII, No.1.
- Dahruji, Wilianarti, P. F., dan Hendarto, T. 2017. Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga dan Dampak Bagi Kesehatan di Wilayah Kenjeran. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol.1, No.1.
- Ethica, S. N. (2018). *Bioremediasi limbah Biomedik cair*. Deepublish Publisher; Yogyakarta.
- Fajriansyah. 2017. Kondisi Industri Tahu Berdasarkan Hygiene dan Sanitasi di Kota Banda Aceh. *Aceh Nutrition Journal*. Vol. 2, No. 2.

- Fanani, A. K., Abadi, A. L., dan Aini, L. Q. 2015. Eksplorasi Bakteri Patogen pada Beberapa Spesies Tanaman Kantong Semar (*Nepenthes* sp.). *Jurnal HPT*. Vol. 3, No. 3.
- Fitirana, Amirullah, Ilymy, N., Pratiwi, D.N., Resmilasari, A.A., dan Adelina, N. 2016. Potensi Limbah Air Tahu Asal Kota Maros Sebagai Sumber Bakteri Penghasil Enzim Protease dalam Melawan Radikal Bebas. *As-Syifaa*. Vol.08 (02).
- Fitriyah, N.R. 2011. Studi Pemanfaatan Cair Tahu untuk Pupuk Cair Tanaman (Studi Kasus Pabrik Tahu Kenjeran). Surabaya : Teknik Lingkungan.
- Ginting, S. S. B., Suryanto, D., dan Desrita. 2018. Isolasi dan karakterisasi bakteri potensial probiotik pada saluran pencernaan ikan bandeng (*Chanos chanos*) (Isolation and characterization of potential probiotic bacteria in digestive tract of milkfish (*Chanos chanos*)). *Aquatic Sciences Journal*. Vol. 5, No.1.
- Hastuti, U. S., Nugraheni, F. S. A. dan Al-Asna, P. M. 2017. Identifikasi dan Penentuan Indeks Hidrolisis Protein pada Bakteri Proteolitik dari Tanah Mangrove di Margomulyo, Balikpapan. *Proceeding Biology Education Conference*. Vol.14, No. 1.
- Hijrianto, L. 2019. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Proteolitik pada Proses Pengomposan Limbah Domestik. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hikmawati, F., Susilowati, A., dan Setyaningsih, R. 2019. Deteksi Jumlah dan Uji Patogenitas *Vibrio* spp. Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) dikawasan Wisata Pantai Yogyakarta. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. Vol.2, No. 2.
- Holt, J. G., Krig, N. R., Sneath, P., Staley, J., and Williams, S. 1994. *Bergeys Manual Of Determinative Bacteriology Ninth Edition*. Philadelphia USA: Lipincott Williams and Wilkins Company. (Ebook https://books.google.co.id/books?id=jtMLzaa5ONcC&printsec=frontcover&dq=Bergey%27s+Manual+of+Determinative+Bacteriology&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjh8MTTt7fuAhXhFLcAHQ_4D6sQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q=bacillus&f=false)
- Karina, A. N., Hussain, D. R., Johannes, E., dan Nawir, N. H. 2016. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Proteolitik dari Saluran Pembuangan Limbah Tahu. *Jurnal Biologi Universitas Hasanuddin*. 1 : 1 – 8.

- Kementrian Lingkungan Hidup. 2014. Peraturan menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Ken, R., Jati, A. W.N.L., dan Yulianti, I.M. 2019. Peranan Bakteri Indigenus dalam Degradasi Limbah Cair Pabrik Tahu (The Role of Indigenous Bacteria in Degrading Liquid Waste of Tofu). *Jurnal Biota*. Vol. 4, No.1.
- Kusumawati, K., Muhartini, S., dan Rogomulyo, R. 2015. Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (*Amaranthus Tricolor L.*) pada media pasir pantai. *Vegetalika*. Vol.4, No.2 .
- Lestari, P.B., 2011. Isolasi Mikroorganisme Indigen dan Potensinya untuk Biodegradasi Limbah Cair Tahu sebagai Bahan Ajar Mikrobiologi Lingkungan di Perguruan Tinggi. *Tesis*. Universitas Negeri Malang. Malang.
- Lutfi, Z. 2012. Skrining Bakteri Termofilik Penghasil Enzim Selulase dari Sumber Air Panas Panggo Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. *Skripsi*. UIN Alauddin Makassar. Makassar.
- Mahdiyah, D. 2015. Isolasi Bakteri dari Tanah Gambut Penghasil Enzim Protease. *Jurnal Pharmascience*. Vol.2, No.2.
- Makiyah, M., Sunarto, W.S., dan Prasetya, A.T. 2015. Analisis Kadar NPK Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman *Tithonia diversifolia*. *Indonesia Journal of Chemical Science*. Vol. 4, No.1.
- Maristiasa, P. N., Wardoyo, F.A., Darmawati, S., dan Ethica, S.N., 2019. Isolasi dan Uji Tingkat Patogenitas Bakteri Proteolitik untuk Bioremediasi Limbah Industri Tahu. *Prosiding Mahasiswa Seminar Nasional Unimus*. Vol.2.
- Munawaroh, U., Sutisna, M., dan Pharmawati, K. 2013. Penyisihan Parameter Pencemaran Lingkungan pada Limbah Cair Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*. Vol.1, No. 2.
- Munifah, I. 2019. Isolasi, Selksi dan Identifikasi Bakteri Proteolitik serta Produksi Protease dari Terasi Cirebon. *Prosiding Seminar nasional Inovasi*

Teknologi Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan-V.

- Nur, M.I., Sayuti, I., dan Mahadi, I. 2016. Isolasi Bakteri Microbal Fuel Cell Pada Limbah Cair Tahu Sebagai Sumber Energi Listrik untuk Pengayaan Modul Mikrobiologi Dasar. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau*. Vol. 3, No.2.
- Nurhidayati, S., Faturrahman, dan Mursal Ghazali. 2015. Deteksi Bakteri Patogen Yang Berasosiasi dengan *Kappaphycus Alvarezii* (Doty) Bergejala Penyakit Ice-Ice. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. Vol. 1, No. 2.
- Paskandani, R., Ustadi, dan Husni, A. 2014. Isolasi dan Pemanfaatan Bakteri Proteolitik Untuk Memperbaiki Kualitas Limbah Cair Pengolahan Bandeng Presto. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. Vol. 21, No. 3.
- Pathak, A.P. and Deshmukh, K.B., 2012, Alkaline protease production, extraction and characterization from alkaliphilic *Bacillus licheniformis* KBDL4: A Lonar soda lake isolate, *Indian Journal of Experimental Biology* 50:569–76.
- Puspitasari, F.D., Shovitri, M., dan Kuswtasari, N.D. 2012. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Aerob Proteolitik dari Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. 1, No.1.
- Rizaldi, R., Setyantini, W. H., dan Sudarno. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Proteolitik yang Berasosiasi dengan Lamun (*Enhalus acoroides*) di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*. Vol.10, No. 1.
- Ruhmawati, T., Sukandar, D., Karmini, M., dan S, Roni.T. 2017. Penurunan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Pabrik Tahu Dengan Metode Fitoremediasi (Reduction Of Total Suspended Solid Levels Wastewater In Tofu Factory With Phytoremediation Method). *Jurnal Permukiman*. Vol. 12, No. 1.
- Sabrina, A. N., dan Ethica, S. N. 2018. Potensi Bakteri Indigen Penghasil Enzim Protease dan Lipase sebagai Agen Bioremediasi Limbah Biomedis Puskesmas Tlogosari Kulon. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*. Vol. 1.

- Samsudi, W., Selomo, M., dan Natsir, M.F. 2018. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair Dengan Penambahan Efektifive Mikroorganisme-4 (EM-4). *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)*. Vol. 1, No.2.
- Saputra, F., Sutaryo, dan Purnomoadi, A. 2018. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tahu sebagai Co-Subtrat untuk Produksi Biogas (Utilization of Waste from Tofu as Co-Substrate in Biogas Production). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. Vol.7. No. 3.
- Sari, D, P., Rahmawati, dan Rusmiyanto, E. P.W.2019. Deteksi dan Identifikasi Genera Bakteri Coliform Hasil Isolasi dari Minuman Lidah Buaya. *Jurnal Labora Medika*. Vol 3, No 1. Hal.29-35.
- Sepriani, Abidjulu, J., dan Harry S. J. K. 2016. Pengaruh Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Paal 4 Kecamatan Tikala Kota Manado. *Chem. Prog*. Vol. 9. No. 1.
- Soeka, Y.S., dan Sulistiani. 2014. Karakterisasi Protease *Bacillus subtilis* A₁ InaCC B398 yang diisolasi dari Terasi Samarinda. *Berita Biologi*. Vol.3, No.2.
- Suarjana, I.G.K., Besung, I.N.K., Mahatmi, H., dan Tono, K.PG. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri. *Modul*. Fakultas Kedokteran Hewan : Universitas UDAYANA.
- Sugireng. 2016. Isolasi dan Seleksi Bakteri Proteolitik Lokal yang Berpotensi dalam Ekstraksi Kolagen dari Sisik Ikan Gabus (*Channa striata*). *Biowallacea*. Vol.3 (2). جامعة الرانري.
- Tyas, D.R. 2016. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Indigen Penghasil Keratinase dari Limbah Tahu serta Aplikasi Keratinasenya sebagai Agen Dehairing. *Skripsi*. Universitas Negeri Malang : Malang.
- Ulfa, A., Suarsini, E., dan Al Muhdhar, M. H. I. 2016. Isolasi dan Uji Sensitivitas Merkuri pada Bakteri dari Limbah Penambangan Emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat: Penelitian Pendahuluan. *Proceeding Biology Education Conference*. Vol. 13, No.1.
- Wardani, A. K., an Nindita, L. O. 2012. Purifikasi dan Karakteristik Protease dari Bakteri Hasil Isolasi dari Whey Tahu. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 13, No. 13.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Surat Keterangan Pembimbing Skripsi


SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-191/Un.08/FST/KP.07.6/09/2020

TENTANG
PENETAPAN PEMBIMBING MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Mesimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dinaksud;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.

Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 21 Tahun 2015 Tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
9. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun 2020 di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;

Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 25 Agustus 2020.

MEMUTUSKAN

Menetapkan Kesatu : Menunjuk Saudara:
I. Synfrina Sari Lubis, M. Si Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing Skripsi:
Nama : Zople Sundari
NIM : 140703006
Prodi : Biologi
Judul Skripsi : Skrining dan Uji Patogenitas Bakteri Proteolitik dari Limbah Tahu

Kedua : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2020/2021 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh
pada Tanggal 4 September 2020



Terdapat:
1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk ditandatangani dan dibubuhkan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2

(Dokumentasi kegiatan)

Pengambilan Sampel



Skrening bakteri proteolitik

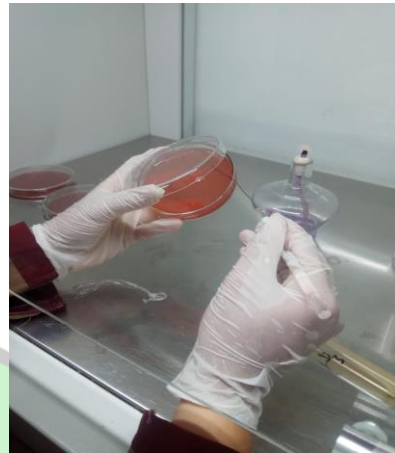




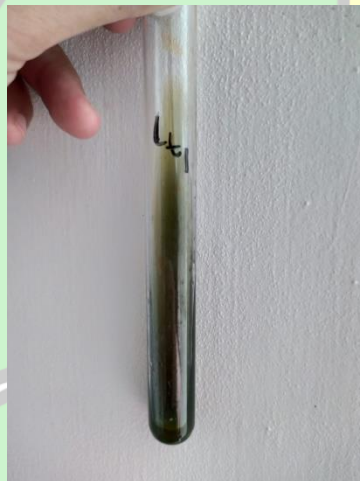
Pengukuran Indeks Proteolitik



Uji Patogenitas

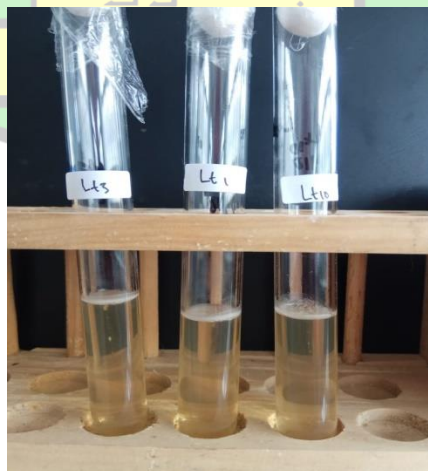


Uji Biokimia

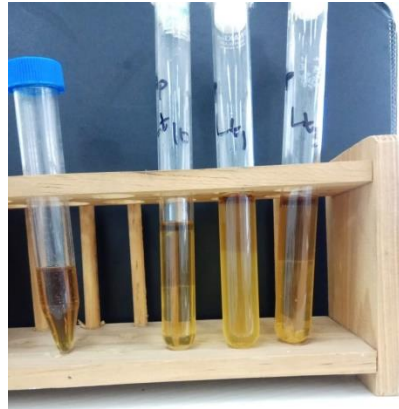


Uji simmon citrate

جامعة الرانبي



Uji MIO



Uji Indole



Uji TSIA



Uji Oksidase

