

**LAPORAN AKHIR TAHUN
PENELITIAN PRODUK TERAPAN**



**PENERAPAN METODE ELEKTROLISIS UNTUK MENGURANGI
KADAR AMMONIA DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

TAHUN KE-2 DARI RENCANA 2 TAHUN

**SULISTYO PRABOWO 002506/2002
MUFLIAH 0014047908**

**DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
DIREKTORAT JENDRAL PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN
KEMENTERIAT RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**

**Sesuai Dengan Kontrak Penelitian
NOMOR: 94/UN17.41/KI./2018**

**UNIVERSITAS MULAWARMAN
NOVEMBER 2018**

**LAPORAN AKHIR TAHUN
PENELITIAN PRODUK TERAPAN**



**PENERAPAN METODE ELEKTROLISIS UNTUK MENGURANGI
KADAR AMMONIA DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

TAHUN KE-2 DARI RENCANA 2 TAHUN

**SULISTYO PRABOWO 002506/2002
MUFLIAH 0014047908**

**DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
DIREKTORAT JENDRAL PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN
KEMENTRIAT RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**

**Sesuai Dengan Kontrak Penelitian
NOMOR: 94/UN17.41/KL/2018**

**UNIVERSITAS MULAWARMAN
NOVEMBER 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENERAPAN METODE ELEKTROLISIS UNTUK
MENGURANGI KADAR AMONIA DALAM LIMBAH
CAIR TAHU

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : SULISTYO PRABOWO, S.TP, M.P, M.P.H, Ph.D
Perguruan Tinggi : Universitas Mulawarman
NIDN : 0023067202
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian
Nomor HP : 082254533168
Alamat surel (e-mail) : sprabowo@faperta.unmul.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : MUFLIHAIH S.Pd, M.Si
NIDN : 0014047908
Perguruan Tinggi : Universitas Mulawarman

Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : Pabrik Produksi Tahu Selili Samarinda
Alamat : Jalan Lingsar Lingsar Selili Samarinda
Penanggung Jawab : Agus
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 67,500,000
Biaya Keseluruhan : Rp 137,500,000

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



(Dr. Ir. Rusdiansyah, M.Si)
NIP/NIK 196109171987031005

Kota Samarinda, 12 - 11 - 2018

Ketua,

(SULISTYO PRABOWO, S.TP, M.P, M.P.H,
Ph.D)

NIP/NIK 197206231999031002

Menyetujui,
Ketua LP2M Unmul



(Prof. Dr. Sulisty Prabowo, S.Pd., M.Pd)
NIP/NIK 197112052002121002

RINGKASAN

Salah satu permasalahan industri tahu adalah munculnya bau yang tidak enak akibat dihasilkannya gas amonia (NH_3) dari air buangan selama proses pengolahan. Beberapa penelitian terdahulu membuktikan bahwa metode elektrolisis dapat menguraikan gas ammonia menjadi senyawa yang lebih ramah lingkungan.

Penelitian tahap I telah berhasil mendapatkan variasi tegangan, waktu, katalis dan jenis elektroda optimal yang dapat digunakan untuk memecah amonia murni dengan metode elektrolisis.

Pada penelitian tahap II ini telah dirancang prototipe alat elektrolisa ammonia yang dapat digunakan dalam skala laboratorium.

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat Rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan laporan akhir tahun Penelitian Hibah bersaing 2018 dengan judul **PENERAPAN METODE ELEKTROLISIS UNTUK MENGURANGI KADAR AMONIA DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU.**

Banyak pihak yang telah mendukung penelitian ini, karena itu kami mengucapkan banyak terima kasih yang kepada :

1. Prof. Dr. Susilo, S.Pd., M.Pd. selaku Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Mulawarman yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melaksanakan penelitian ini.
2. Ibu Ratna Kusumawardani, S.Si., M.Pd. selaku Kepala Laboratorium Kimia di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mulawarman yang telah memberikan tempat dan fasilitas pada saat penelitian berlangsung.
3. Dr. Aman Sentosa Panggabean, S.Si., M.Si. selaku Kepala Laboratorium Kimia di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman yang telah memberikan tempat dan fasilitas pada saat penelitian berlangsung.

Kami berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Kami menyadari dalam penyusunan laporan masih terdapat banyak kekurangan baik dalam kandungan materi maupun penyajiannya. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati kami mengharapkan kritik dan saran dari pembaca guna perbaikan penyusunan laporan atau makalah-makalah berikutnya.

Samarinda, Agustus 2018

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	10
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	11
BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	14
BAB VI. RENCANA TAHAP BERIKUTNYA.....	35
BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	39
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu	5
Tabel 2. Data Variasi Tegangan	14
Table 3. Data Variasi Waktu	14
Tabel 4. Data Variasi Konsentrasi KOH	14
Table 5. Variasi Waktu Kontak	14
Table 6. Datavariasi Tegangan	15
Table 7. Data Variasi Konsentrasi Koh	15
Tabel 8. Hasil Elektrolisis Limbah Tahu	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1.	Diagram Proses Pengolahan Tahu	4
Gambar 2.	Diagram Jalannya Penelitian	8
Gambar 3.	Dampak positif yang diharapkan dari proses pengolahan limbah cair tahu	9
Gambar 4.	Rancangan penelitian	12
Gambar 5.	Grafik Konsentrasi NH_3 setelah proses elektrolisis	19
Gambar 6.	Grafik Konsentrasi NH_3 yang terkonversi	20
Gambar 7.	Grafik Konsentrasi NH_3 Setelah Dielektrolisis	25
Gambar 8.	Grafik Konsentrasi NH_3 yang Terkonversi Setelah Dielektrolisis	26
Gambar 9.	Grafik Konsentrasi NH_3 Setelah Dielektrolisis	30
Gambar 10.	Grafik Konsentrasi NH_3 yang Terkonversi Setelah Dielektrolisis	31
Gambar 11.	Bagan prosedur penelitian dan pengembangan	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I. Rancangan Penelitian	39

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu masalah pencemaran lingkungan yang cukup krusial adalah pembuangan limbah dari kegiatan industri rumahan. Hampir semua industri rumahan tidak melakukan penanganan limbah yang layak dan sering langsung dibuang ke perairan bebas. Hal ini berujung pada tercemarnya lingkungan sekitar.

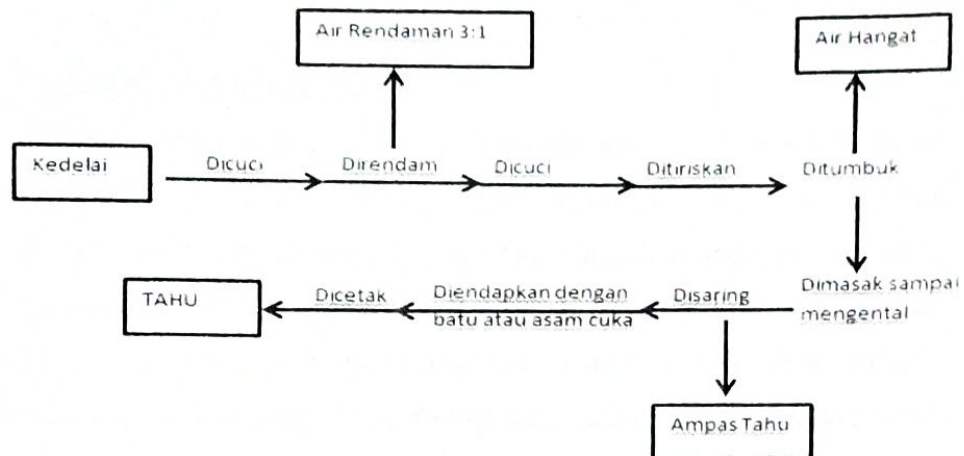
Contoh nyata kasus pembuangan limbah ke perairan adalah yang terjadi pada beberapa industri tahu di Kota Samarinda. Limbah cair pada proses pembuatan tahu yang dimulai dari pencucian, perebusan hingga pengepresan seringkali langsung dibuang ke perairan sekitar. Hal ini menyebabkan perairan di sekitarnya tercemar oleh limbah cair tahu tersebut. Indikasi pencemaran lingkungan tersebut dapat dirasakan dari bau menyengat yang merupakan amonia hasil dekomposisi protein dari limbah cair tahu.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengurangi kadar ammonia dalam limbah perairan. Salah satu cara yang dianggap cukup bagus adalah dengan menerapkan proses elektrolisis (Vitse, *et al.* 2005). Elektrolisis merupakan proses dekomposisi senyawa kimia dengan menggunakan arus listrik. Elektron mengalir dari dan ke sumber daya, tetapi tidak diantara kedua elektroda. Kation akan menuju ke katoda dan dinetralkan dengan penambahan elektron (reduksi) di katoda, sedangkan anion akan menuju ke anoda dan melepaskan elektron (oksidasi) supaya menjadi netral. Penerapan metode elektrolisis pada limbah merupakan hal yang unik karena bergantung pada potensial reduksinya, elektrolisis dapat menguraikan banyak zat. Beberapa hasil penelitian tersebut bahkan tidak hanya terfokus pada mengurangi kadar amonia, tetapi telah sampai pada tahap bagaimana memanfaatkan hasil elektrolisis amonia yang berupa gas

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Proses pengolahan tahu

Proses pengolahan tahu yang terjadi selama ini (mulai dari kedelai hingga menjadi tahu) dapat dilihat dari bagan di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Proses Pengolahan Tahu

Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa dalam pembuatan tahu dihasilkan limbah padat berupa ampas tahu. Namun, pada kenyataannya limbah yang dihasilkan tidak hanya merupakan limbah padat saja, melainkan juga limbah cair. Limbah cair tersebut berasal dari proses pencucian, perendaman, serta proses lainnya yang memerlukan air. Limbah cair ini lazim disebut dengan air dadih (atau disebut pula *whey*).

B. Sistem pengolahan limbah selama ini

Berdasarkan wawancara dengan pengusaha tahu di bantaran Sungai Karang Mumus mengenai proses pengolahan limbah tahu, diketahui bahwa selama ini limbah padat tahu dijual kepada pengumpul (sebagai pakan ternak). Namun, hal yang sama tidak terjadi pada limbah cair yang dihasilkan melalui proses pencucian, perebusan dan pengepresan dan pencetakan tahu.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Di Indonesia, amonia sudah dikenal luas sebagai bahan baku yang merupakan komoditas yang penting dalam perindustrian. Namun, di lain pihak amonia juga merupakan salah satu polutan yang berbahaya. Pada berbagai limbah pabrik, terutama pada pabrik pupuk, industri gasifikasi batu bara, dan limbah pertanian, amonia banyak ditemukan dalam jumlah yang cukup besar. Amonia dalam air pada konsentrasi tertentu dapat membahayakan kehidupan akuatik, mendorong terjadinya eutrofikasi, menimbulkan korosi pada logam tertentu, bahkan dapat menyebabkan keracunan yang berakibat kerusakan paru-paru dan kematian.

Salah satu teknik pengolahan limbah amonia yang sedang dikembangkan adalah metode pengolahan limbah amonia dengan menerapkan proses elektrolisis. Pada proses ini, limbah yang mengandung amonia dialiri listrik melalui elektrode. Elektrolisis adalah proses konversi energi listrik menjadi energi kimia dengan tujuan mengubah zat dengan oksidasi atau reduksi, sehingga terbentuk produk yang sesuai dengan keinginan. Melalui proses elektrolisis, amonia dalam limbah dapat dikurangi dengan cara mengkonversi amonia tersebut menjadi gas nitrogen dan gas hidrogen.

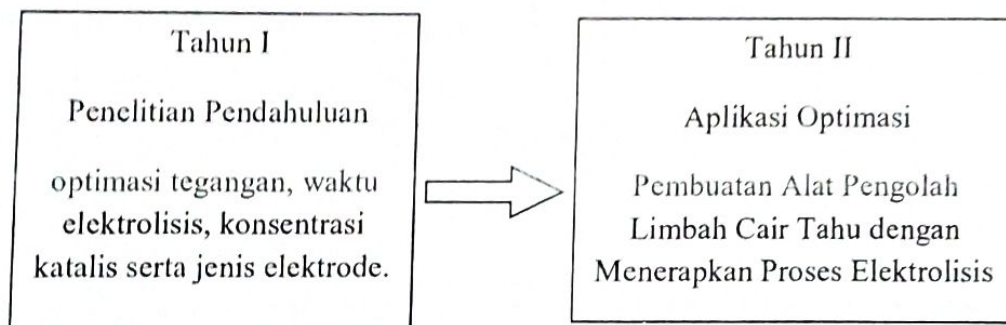
BAB IV. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Model penelitian ini mengikuti langkah-langkah pengembangan model Borg dan Gall (1989). Untuk tahun pertama, penelitian ini berfokus pada penelitian pendahuluan.

B. Alur Penelitian

Menurut Borg dan Gall langkah-langkah penelitian pengembangan adalah dimulai dari studi pendahuluan, perencanaan penelitian, pengembangan produk awal, uji coba lapangan terbatas, revisi hasil uji coba lapangan terbatas, uji coba lapangan lebih luas, revisi hasil uji lapangan, uji kelayakan, revisi hasil uji kelayakan kemudian diseminasi dan sosialisasi produk akhir. Penelitian tahun pertama fokus pada optimasi tegangan, waktu elektrolisis, konsentrasi katalis serta jenis elektrode. Hasil optimasi pada tahun pertama kemudian akan digunakan untuk membuat prototipe pada tahun kedua.



C. Rancangan Penelitian Tahun Pertama

Penelitian ini dirancang secara eksperimental untuk mengetahui pengaruh penggunaan metode elektrolisis terhadap kadar ammonia. Penggunaan metode ini diharapkan dapat menyebabkan terjadinya penurunan kadar ammonia. Pada penelitian ini, sampel yang berupa larutan

BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

A. Hasil Penelitian

Rekapitulasi perhitungan dengan elektroda karbon

Tabel 2. Data variasi tegangan

Tegangan	absorbansi setelah elektrolisis	Konsentrasi sisa	Konsentrasi terdegradasi
4,5	0,068	10,5	89,5
6	0,052	8,73	91,27
7,5	0,0533	8,62	91,36
9	0,008	8,88	91,12

Tabel 3. Data variasi waktu

waktu	absorbansi terelektrolisis	Konsentrasi sisa	Konsentrasi terdegradasi
1	0,052	8,62	91,38
2	0,014	7,15	92,85
3	0,062	8,99	91,01
4	0,089	9,95	90,05

Tabel 4. Data variasi konsentrasi KOH

waktu	absorbansi	Konsentrasi sisa	Konsentrasi terdegradasi
0,01	0,37	10,85	89,15
0,02	0,387	12,47	87,52
0,03	0,462	14,51	85,49
0,04	0,357	10,99	89,01
0,05	0,300	9,47	90,53

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Melalui serangkaian penelitian dan telaah pustaka, maka telah dibuat prototipe alat elektrolisis sederhana yang dapat menurunkan kadar ammonia yang biasa dihasilkan dari industri tahu.
2. Alat ini dirancang ramah lingkungan karena memecah polutan menjadi senyawa kimia yang aman dan menggunakan sumber energi matahari.

B. Saran

Diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan untuk memanfaatkan gas N_2 dan H_2 yang dihasilkan dari alat elektrolisis ini. Selain itu perlu dibuat disain alat yang bisa digunakan pada limbah-limbah lain baik skala rumah tangga maupun industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Hanada, N., Hino, S., Ichikawa, T., Suzuki, H., Takai, K., Kojima, Y. 2010. Hydrogen generation by electrolysis of liquid ammonia. Supplementary Material (ESI) for Chemical Communications The Royal Society of Chemistry
- Riwayati, I. dan Ratnawati. 2010. Penurunan kandungan ammonia dalam air dengan teknik elektrolisis. Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010. ISSN: 1411-4216, C-29, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Vitse, F., Cooper, M., Botte, G.G., 2005. On the use of ammonia electrolysis for hydrogen production. *Journal of Power Sources* 142 : 18–26.
- Li, L., Song, C., Huang, Y., Zhou, Y. 2014. Influence of Different Factors on the Removal of Ammonia by Electrolysis with Three-Dimensional Electrode. *Asian Journal of Chemistry*; Vol. 26, No. 19 (2014), 6597-6600. <http://dx.doi.org/10.14233/ajchem.2014.16720>
- Bonnin, E. P., 2006, *Electrolysis of Ammonia Effluents: A Remediation Process with Co-generation of Hydrogen*, Master Thesis, College of Engineering and Technology of Ohio University, pp. 17-26.
- Botte, G.G..2006. *Recovery of Ammonia Energy from Municipal and Agricultural Wastewater: Ammonia*. Colorado: Ohio University.
- Brett, C. M. A. and Brett, A. M. O., 1993, *Electrochemistry: principles, Methods, and Applications*, Oxford University Press Inc., New York, Hal. 326-328.
- Brigden, K. and Stringer, R. 2000, *Ammonia and Urea Production: Incidents of Ammonia Release From The Profertil Urea and Ammonia Facility, Bahia Blanca, Argentina*, Greenpeace Research Laboratories, Departement of Biological Science University of Exeter, UK.
- Cheddie, Denver. 2012. *Ammonia as a Hydrogen Source for Fuel Cells: A Review*. Hydrogen Energy – Challenges and Perspectives. Chapter 13. Hal. 333-358
- Chen, J., Shi, H., Li, J., 2007, Electrochemical Treatment of Ammonia in Wastewater by RuO₂-IrO₂-TiO₂/Ti Electrodes, *J Appl Electrochem*, 37, 1137-1144.