

**PENGARUH ZAT ADIKTIF KULIT TELUR TERHADAP pH, VFA DAN
ALKALINITAS BERDASARKAN KONSENTRASI DAN PERBANDINGAN
DENGAN ZAT ADIKTIF SODA DAN ABU BOILER TERHADAP
LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT**

SKRIPSI



Diajukan Oleh:

YULIANTO
NIM. 140704023

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH ZAT ADIKTIF KULIT TELUR TERHADAP pH, VFA, DAN
ALKALINITAS BERDASARKAN KONSENTRASI DAN PERBANDINGAN
DENGAN ZAT ADIKTIF SODA DAN ABU BOILER TERHADAP
LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT



YULIANTO

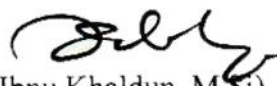
140704023


Disahkan Pada Tanggal Agustus 2018

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


(Dr. Ibnu Khaldun, M.Si)
Nip: 1966 1010 199102 1 003


(Febrina Arfi, M.Si)
Nip: 19860221 201403 2 001

PENGARUH ZAT ADIKTIF KULIT TELUR TERHADAP pH, VFA, DAN ALKALINITAS BERDASARKAN KONSENTRASI DAN PERBANDINGAN DENGAN ZAT ADIKTIF SODA DAN ABU BOILER TERHADAP LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT

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 Kimia

Pada Hari/Tanggal: Jum'at, 10 Agustus 2018
28 Dzul-qo'dah 1439 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Dr. Ibnu Khaldun, M.Si
Nip: 19661010 199102 1 003

Sekretaris,



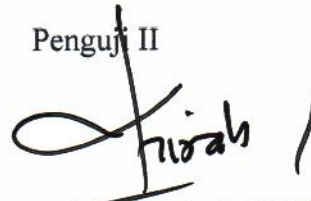
Febrina Arfi, M.Si
Nip: 19860221 201403 2 001

Penguji I,



Mukhlis, M.Si
NIP.19 790303 200603 2 003

Penguji II



Khairun Nisah, M.Si
NIP. 19790216 201403 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar, S. Pd., M. Pd
NIP. 19680601 199503 1 004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yulianto
NIM : 140704023
Prodi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : **Pengaruh Zat Adiktif Kulit Telur Terhadap pH, VFA, dan Alkalinitas Berdasarkan Konsentrasi dan Perbandingan Dengan Zat Adiktif Soda dan Abu Boiler Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit**

Dengan ini menyatakan bahwadalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengimbangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah 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 ilmiah ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ilmiah ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat mempertanggungjawabkan dan ternyata 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 10 Agustus 2018

Yang menyatakan



(Yulianto)

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur dipersembahkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan kekuatan dan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ***“Pengaruh Zat Adiktif Kulit Telur Terhadap pH, VFA, dan Alkalinitas Berdasarkan Konsentrasi dan Perbandingan Dengan Zat Adiktif Soda dan Abu Boiler Terhadap Limbah Cair Kelapa Sawit ”***.

Selawat beriring salam penulis sanjungkan ke pangkuan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya sekalian yang karena beliaulah penulis dapat merasakan betapa bermaknanya alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan yang sekarang ini.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu tugas dan beban studi yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa yang hendak mengakhiri program S-1 di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Sejak awal program perkuliahan sampai pada tahap penyelesaian skripsi ini tentu tidak akan tercapai bila tidak ada bantuan dari semua pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, Bapak dan Ibu pembantu dekan, Dosen serta karyawan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry yang telah membantu penulis dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Zainal Abidin, M.Pd dan Ibu Sabarni, M.Pd selaku ketua dan sekretaris Prodi Kimia yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

3. Bapak Dr. Ibnu Khaldun, M.Si sebagai pembimbing pertama dan Ibu Febrina Arfi, M.Si sebagai pembimbing kedua yang telah banyak meluangkan waktu untuk mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Mill Manager dan para karyawan PT. Perkabunan Lembah Bhakti yang telah banyak membantu dan memberi izin kepada penulis untuk melakukan penelitian dalam rangka menyusun skripsi.
5. Ayahanda dan Ibunda tercinta beserta keluarga dan kawan-kawan yang selalu mendoakan setiap saat untuk penulis serta yang telah memotivasi, mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Mudah-mudahan atas partisipasinya dan motivasi yang sudah diberikan sehingga menjadi amal kebaikan dan diberi pahala yang setimpal oleh Allah SWT. Penulis sepenuhnya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulis di masa yang akan datang. Dengan harapan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Banda Aceh, 23 Juli 2018
Penulis,

Yulianto
NIM. 140704023

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan dari zat adiktif kulit telur terhadap pH, VFA, dan Alkalinitas pada limbah cair pabrik kelapa sawit berdasarkan variasi konsentrasi dan mengetahui manakah perubahan yang signifikan yang ditimbulkan antara zat adiktif kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap pH, VFA, dan Alkalinitas pada limbah cair pabrik kelapa sawit dengan variasi waktu. Penelitian pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi 0, 1, 2, 3, dan 4 gram/200 ml kulit telur terhadap limbah cair kolam mixing dan anerob. Sedangkan untuk variasi waktu yang dilakukan pada limbah cair kolam anerob selama 3, 6, 9, 12, dan 15 hari dengan setiap konsentrasi dari setiap zat adiktif 5 gram/L. Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode titrasi asam basa dan destilasi. Hasil yang didapatkan dari . pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi, pH mengalami kenaikan maksimum pada kolam mixing terjadi pada konsentrasi 3 g/200ml mencapai pH 7.49 dari pH 6.03, sedangkan pada kolam anaerob kenaikan maksimum terjadi pada konsentrasi 4 g/200ml mencapai 8,25 dari pH 7,24. *Volatile fatty acids* (VFA) mengalami penurunan maksimum pada kolam mixing sebesar 1870.67 mg/L dari 3034 mg/L dan kolam anaerob sebesar 410 mg/L dari 568,87 mg/L pada konsentrasi yang sama yaitu 4 g/200ml. Alkalinitas mengalami kenaikan maksimum pada kolam mixing sebesar 2922,95 mg/L dari 1819,95 mg/L dan kolam anaerob sebesar 5790,75 mg/L dari 5184,10 mg/L pada konsentrasi yang sama yaitu 4 g/200 ml. pengujian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu juga mempunyai efek terhadap limbah. Dimana dari ketiga zat adiktif tersebut soda lebih dominan untuk meningkatkan pH limbah hingga mencapai pH 9,18 namun berefek juga dengan matinya mikroorganisme didalam limbah karena melebihi batas hidup dari 6-9. Untuk parameter VFA kulit telur lebih dominan menurunkan VFA hingga mencapai 513,24 mg/L dibandingkan dengan soda dan abu boiler. Sedangkan Alkalinitas dari ketiga zat adiktif tersebut berbanding lurus dengan pH yang ditimbulkan dari ketiga zat tersebut.

Kata Kunci : Zat Adiktif, Abu Boiler, Kulit Telur, Soda, pH, VFA, Alkalinitas, Limbah Kelapa Sawit

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of addictive egg shells on pH, VFA, and alkalinity on palm oil mill effluents with significant concentration and performance caused by addictive substances of eggshell, soda, and ash to pH, VFA, and Alkalinity in palm oil mill effluent with time. Research on the addictive substances of eggshells with concentrations of 0, 1, 2, 3, and 4 grams / 200 ml egg shells against mixing liquid and anerobic wastes. To make time measurements carried out on anerobic liquid water for 3, 6, 9, 12, and 15 days with each concentration of each addictive substance 5 grams / L. The method used in this study is the method of acid base titration and distillation. Results obtained from. Processed by addictive egg shell substances with concentration, the highest maximum pH in mixing ponds occurs at a concentration of 3 g / 200 ml reaching pH 7,49 from pH 6,03, whereas in anaerobic ponds the maximum growth occurs at a concentration of 4 g / 200 ml reaching 8, 25 from pH 7, 24. The maximum volatile fatty acids (VFA) in the mixing pool is 1870,62 mg / L of 3034 mg / L and Anaerobic is 410 mg / L of 568,87 mg / L at the same concentration of 4 g / 200ml. The maximum alkalinity in the mixing pool is 2922,95 mg / L from 1819,95 mg / L and the anaerobic pool is 5790,75 mg / L from 5184,10 mg / L at the same concentration of 4 g / 200 ml. The use of contrast agents by comparing egg shells, soda, and boiler ash before time also has an effect on waste. There is also a soda-based material which is more dominant to increase the pH of the water to reach pH 9,18, but it also has an effect on the death of microorganisms in it because of the boundary line from 6-9. For VFA parameters, eggshells are more dominant in reducing VFA up to 513,24 mg / L compared to soda and boiler ash. If the alkalinity of this contrast substance is directly proportional to the pH generated from the substance.

Keywords: Addictive Substances, Abu Boilers, Eggshells, Soda, pH, VFA, Alkalinity, Palm Oil Waste

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.....	5
2.2 Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit.....	6
2.3 Zat Adiktif	7
2.3.1 Kulit Telur	7
2.3.2 Soda	9
2.3.3 Abu Boiler	10
2.4 Parameter	11
2.4.1 pH	11
2.4.2 <i>Volatile Fatty Acids</i> (VFA).....	11
2.4.3 Alkalinitas.....	12
2.5 Destilasi	13
2.6 Titrasi.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15

3.2.1 Alat	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Preparasi Sampel	15
3.3.1 Uji pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi ...	15
3.3.2 Uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu	16
3.4 Prosedur Kerja	16
3.4.1 Uji pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi ...	16
a. Penentuan pH	16
b. Penentuan kadar <i>Volatile Fatty Acids</i> (VFA).....	16
c. Penentuan kadar Alkalinity	17
3.4.2 Uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu	18
a. Penentuan pH	18
b. Penentuan kadar <i>Volatile Fatty Acids</i> (VFA).....	18
c. Penentuan kadar Alkalinitas.....	18
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Uji pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi Konsentrasi	19
4.1.1 Pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap pH.....	20
4.1.2 Pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap kadar <i>Volatile Fatty Acids</i> (VFA)	25
4.1.3 Pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap kadar Alkalinitas	30
4.2 Uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu	34
4.2.1 Pengujian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap pH berdasarkan variasi waktu	35
4.2.2 Pengujian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap <i>volatile fatty acids</i> (VFA) berdasarkan variasi waktu	37
4.2.3 Pengujian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap Alkalinitas berdasarkan variasi waktu	39
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran	43

DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit	6
Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Kolam Mixing	20
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Kolam Anaerob	20
Tabel 4.3 Selisih pH sesudah penambahan zat adiktif kulit telur	23
Tabel 4.4 Selisih penurunan VFA setelah penambahan zat adiktif kulit telur ...	28
Tabel 4.5 Selisih kenaikan Alkalinitas setelah penambahan zat adiktif kulit telur	33
Tabel 4.6 Hasil uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram alir sistem pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit PT. perkebunan lembah bhakti	7
Gambar 2.2 Kulit telur	8
Gambar 2.3 Soda	10
Gambar 2.4 Abu Boiler	10
Gambar 2.5 Alat destilasi sederhana	13
Gambar 2.6 Alat titrasi	14
Gambar 4.1 Pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap pH pada kolam mixing	20
Gambar 4.2 Pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap pH pada kolam anaerob	21
Gambar 4.3 Histogram perbandingan selisih pH kolam mixing dan kolam anaerob Grafik pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap kadar <i>volatile fatty acids</i> (VFA) pada kolam mixing	24
Gambar 4.4 Pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap kadar <i>volatile fatty acids</i> (VFA) pada kolam mixing	26
Gambar 4.5 Pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap kadar <i>volatile fatty acids</i> (VFA) pada kolam anaerob	27
Gambar 4.6 Histogram perbandingan selisih <i>volatile fatty acids</i> (VFA) kolam mixing dan kolam anaerob	29
Gambar 4.7 Pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap kadar alkalinitas pada kolam mixing	30
Gambar 4.8 Pengaruh penambahan zat adiktif kulit telur terhadap kadar alkalinitas pada kolam anaerob	31
Gambar 4.9 Selisih kenaikan Alkalinitas setelah penambahan zat adiktif kulit telur	33
Gambar 4.10 Pengujian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap pH berdasarkan variasi waktu	35
Gambar 4.11 Pengujian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap VFA (<i>volatile fatty acids</i>) berdasarkan variasi waktu	37
Gambar 4.12 Pengujian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap Alkalinitas berdasarkan variasi waktu	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Hasil Penelitian Awal	49
Lampiran 2 : Grafik Prosedur Kerja	51
Lampiran 3 : Dokumentasi Penelitian	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Limbah buangan merupakan hasil samping dari produksi industri maupun domestik (rumah tangga, yang lebih dikenal sebagai sampah). Bila ditinjau secara kimiawi, limbah ini terdiri dari bahan kimia organik dan anorganik. Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah.

Air limbah didefinisikan sebagai kombinasi air buangan yang berasal dari tempat tinggal, institusi, bangunan industri, dan komersial yang dibawa oleh air tanah, air permukaan, dan air hujan (Metcalf dan Eddy, 2003). Perkembangan industri kelapa sawit dalam beberapa tahun terakhir mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan permintaan atas penyediaan minyak nabati dan penyediaan biofuel bersumber dari *crude palm oil* (CPO) yang berasal dari kelapa sawit (Gita dkk, 2015). Peningkatan luas perkebunan kelapa sawit telah mendorong tumbuhnya industri-industri pengolahan, diantaranya pabrik minyak kelapa sawit (PMKS) yang menghasilkan CPO. Dalam pengolahannya pabrik minyak kelapa sawit menghasilkan residu pengolahan berupa limbah. Pengolahan limbah pada pabrik kelapa sawit meliputi beberapa tahapan fisika, kimia, dan biologi. Meskipun sudah mengalami pengolahan, limbah yang dibuang ke sungai masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan (Purwanti dkk, 2014).

Proses pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit menjadi minyak sawit kasar CPO memerlukan banyak air, mencapai 1-2 m³/ton TBS. Oleh karena itu pabrik pengolahan kelapa sawit juga menghasilkan limbah cair pabrik minyak kelapa sawit (LCPKS) yang besar. Pabrik yang efisien menghasilkan LCPKS antara 0,6-0,7 m³/ton TBS (Shintawati dkk, 2017). Limbah cair pabrik kelapa sawit berwarna

kecoklatan, terdiri dari padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan COD dan BOD tinggi 68.000 mg L^{-1} dan 27.000 mg L^{-1} , bersifat asam (pH nya 3,5-4), terdiri dari 95% air, 4-5% bahan-bahan terlarut dan tersuspensi (selulosa, protein, lemak) dan 0,5-1% residu minyak yang sebagian besar berupa emulsi (Nursanti dkk, 2013).

Pengolahan secara anaerob yang dilakukan selama ini adalah secara konvensional seperti kolam anaerob. Umumnya kelemahan sistem kolam anaerob terletak pada waktu tinggal cairan yang lama dan pembentukan konsentrasi biomassa yang rendah, sehingga konsumsi substrat (limbah cair) oleh biomassa juga rendah (Muhammad, 2014). Mengatasi hal itu, maka perlu dikembangkan berbagai konfigurasi bioreaktor dengan konsentrasi biomassa yang tinggi, bioreaktor tersebut adalah bioreaktor anaerob. Bioreaktor anaerob merupakan salah satu jenis reaktor yang dipergunakan untuk mengolah limbah organik cair dengan bantuan bakteri anaerob. Faktor pengadukan berfungsi untuk mendistribusikan mikroba dan nutrisi agar merata, sehingga mempercepat terjadinya proses degradasi (Pujo, 2015).

Faktor pH dalam dekomposisi anaerob sangat berperan penting, karena pada rentang pH tertentu mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan menyebabkan kematian yang pada akhirnya dapat menghambat perolehan gas metana. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8 hingga 7,8. Alkalinitas dalam limbah cair membantu mempertahankan kadar pH agar tidak mudah berubah yang disebabkan oleh penambahan asam. Selain itu, alkalinitas juga mempengaruhi pengolahan zat-zat kimia dan biologi serta dibutuhkan sebagai nutrisi bagi mikroba (Gita dkk, 2015). Pengolahan limbah cair kelapa sawit penggunaan media bioreaktor berguna untuk membantu dalam proses pembentukan makanan dan penyebaran bakteri yang berfungsi sebagai menurunkan kadar dari parameter limbah. Penggunaan media pada kolam anaerob tidak hanya pada bioreaktor saja, akan tetapi juga dapat menggunakan arang aktif. Menurut Zulfikar (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh *organic loading rate* terhadap penyisihan bahan organik dengan media arang tempurung kelapa (*cocos nucifera*)

pada reaktor anaerobik kontinyu. Tingkat pengaruh yang didapatkan yaitu pada variasi arang aktif 4 g/l.

Volatile Fatty Acids adalah senyawa penting dalam proses metabolisme pembentukan gas metana dan menyebabkan mikroba jenuh dalam konsentrasi tinggi. Konsentrasi VFA berbanding terbalik dengan pH, semakin tinggi konsentrasi VFA maka pH semakin rendah begitu pun sebaliknya (Zulfikar, 2016). Konsentrasi VFA meningkat pada saat pH turun yang menyebabkan produksi biogas menurun. Oleh karena itu, pemantauan konsentrasi VFA penting untuk mengetahui kinerja proses degradasi anaerob.

Alkalinitas pada proses anaerob diperlukan untuk mempertahankan pH agar tetap di dalam rentang optimum sehingga bakteri metana dapat tumbuh dengan baik dan dapat menghasilkan biogas dengan perbandingan 55-75% gas metana dan 25-45% gas karbon dioksida (Zulfikar, 2016).

Kulit telur memiliki sifat-sifat adsorpsi yang baik, seperti struktur pori, CaCO_3 dan protein asam mukopolisakarida yang dapat dikembangkan menjadi adsorben. Gugus fungsi terpenting dari protein asam mukopolisakarida adalah karboksil, amina dan sulfat yang dapat mengikat ion logam berat untuk membentuk ikatan ion. Kulit telur yang digunakan dalam penelitian adalah kulit telur ayam boiler yang dijual di warung, pasar dan juga supermarket.

Abu boiler yang dihasilkan dari proses pembakaran cangkang dan serat kelapa sawit pada boiler banyak mengandung silika, kalsium dan alumina dalam limbah. Dimana abu boiler mempunyai berat jenis yang sangat ringan $0,160 \text{ g/cm}^3$.

Soda adalah zat natrium karbonat (juga dikenal sebagai soda cuci dan soda abu), Na_2CO_3 adalah garam natrium dari asam karbonat murni berwarna putih, bubuk tanpa warna menyerap embun dari udara, mempunyai rasa alkali dan membentuk larutan alkali yang kuat.

Berdasarkan dari beberapa penelitian yang telah ada, belum terdapat penelitian penggunaan kulit telur, soda dan abu boiler sebagai zat adiktif untuk mengontrol baku mutu limbah yang dapat dibuang di lingkungan. Oleh karena itu,

penelitian ini menggunakan kulit telur, soda dan abu boiler sebagai zat adiktif untuk menentukan baku mutu dari VFA, alkalinitas dan pH limbah cair pabrik kelapa sawit.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah zat adiktif kulit telur berpengaruh terhadap perubahan pH, VFA, dan Alkalinitas pada limbah cair pabrik kelapa sawit?
2. Manakah perubahan yang signifikan yang ditimbulkan zat adiktif antara kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap pH, VFA, dan Alkalinitas pada limbah cair pabrik kelapa sawit?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh yang ditimbulkan dari zat adiktif kulit telur terhadap pH, VFA, dan Alkalinitas pada limbah cair pabrik kelapa sawit.
2. Mengetahui manakah perubahan yang signifikan yang ditimbulkan zat adiktif antara kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap pH, VFA, dan Alkalinitas pada limbah cair pabrik kelapa sawit.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penelitian diharapkan dapat berguna dan dapat menjadi informasi bagi masyarakat dan perusahaan dalam proses pengendalian limbah cair pabrik kelapa sawit PT.Perkebunan Lembah Bhakti.
2. Diharapkan dengan penelitian ini dapat menambah wawasan dalam pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit.

1.5 Batasan Masalah

1. Sampel limbah cair kelapa sawit pada variasi konsentrasi yang digunakan pada penelitian hanya diambil pada kolam anaerob 1 dan kolam mixing 2.
2. Pengujian limbah berdasarkan variasi waktu pada zat adiktif kulit telur, soda dan abu boiler sampel diambil pada kolam anaerob 1.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) adalah salah satu produk samping dari pabrik minyak kelapa sawit yang berasal dari kondensat dari proses sterilisasi, air dari proses klarifikasi, air *hydrocyclone* (*claybath*), dan air pencucian pabrik. Limbah cair pabrik kelapa sawit mengandung berbagai senyawa terlarut termasuk serat-serat pendek, hemiselulosa dan turunannya, protein, asam organik bebas dan campuran mineral-mineral.

Pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit untuk produksi minyak kelapa sawit menghasilkan beberapa jenis limbah. Proses ekstraksi minyak, pencucian dan pembersihan di pabrik menghasilkan limbah cair kelapa sawit atau *palm oil mill effluent* (POME). Dalam ekstraksi minyak sawit, terdapat 3 proses utama yang menghasilkan POME:

- Proses sterilisasi tandan buah segar.
- Proses penjernihan kelapa sawit mentah atau *crude palm oil* (CPO), yaitu pemerasan, memisahkan dan penjernihan.
- Pemerasan tandan buah kosong.

Pabrik kelapa sawit menghasilkan 0,7-1 M³ untuk setiap ton tandan buah segar yang diolah. POME yang baru dihasilkan umumnya panas (suhu 60°-80°C) bersifat asam (pH 3,3-4,6), kental, kecoklatan dengan kandungan padatan, minyak dan lemak, *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang tinggi (Rahayu dkk, 2015).

Mutu limbah cair PMKS yang diperbolehkan dibuang ke badan air telah ditetapkan oleh pemerintah Cq Departemen Lingkungan Hidup melalui Keputusan Menteri LH/KEPNo51/MENLH/10/1995, yang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit.

No	Parameter	Kadar Max. Limbah (mg/L)	Kadar Max. Limbah (kg/Ton)
1.	BOD	250	
2.	COD	500	
3.	Suspendid Solid	300	
4.	Amoniacal Nitrogen (N-NH ₃)	20	
5.	Minyak dan Lemak	30	
6.	pH		6-9
7.	VFA	500-1000	
8.	Alkalinity	4000	

KEMENNLH/KEPNo51/MENLH/10/1995.

Menurut Deublein dan Steinhauster (2008) Limbah cair kelapa sawit merupakan nutrien yang kaya akan senyawa organik dan karbon, dekomposisi dari senyawa-senyawa organik oleh bakteri anaerob dapat menghasilkan biogas.

2.2 Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit

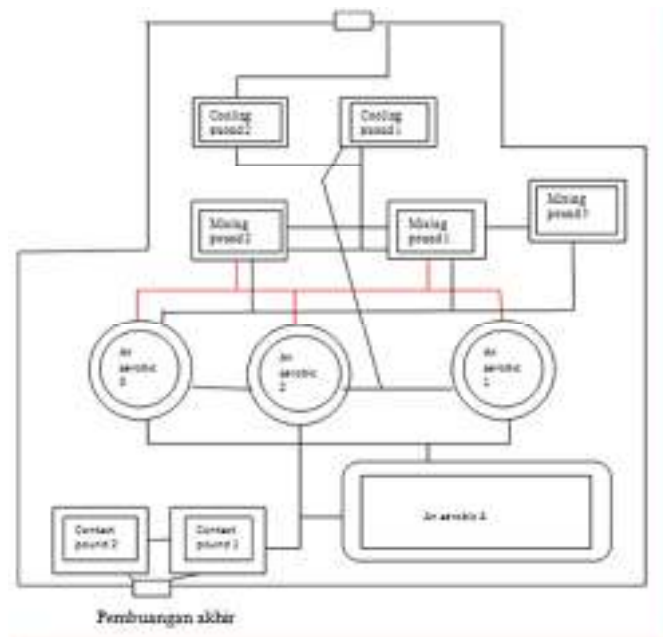
Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit yang umum dilakukan adalah dengan menggunakan unit pengumpulan (*fat pit*) yang kemudian dialirkan kedalam *deoiling pound* (kolam pengutipan minyak) untuk diambil minyaknya serta menurunkan suhunya, kemudian dialirkan kekolam anaerob dengan memanfaatkan mikroba sebagai perobak BOD dan menetralsir keasaman limbah. Teknik pengolahan ini dilakukan karena cukup sederhana dan dianggap murah.

Proses anaerobik merupakan proses yang dapat terjadi secara alami yang melibatkan beberapa jenis mikroorganisme yang berperan dalam proses tersebut. Proses yang terjadi pada pengolahan secara anaerobik ini adalah hidrolisis, asidogenik dan metanaogenesis. Beberapa jenis bakteri bersama-sama secara bertahap mendegradasi bahan-bahan organik dari limbah cair (Deublein dan Steinhauster,2008).

Pada pengolahan secara anaerobik ini bakteri yang berperan adalah bakteri fermentasi, bakteri asetogenik dan bakteri metanaogenik yang memiliki peranan

masing-masing dalam mendegradasi senyawa organik menjadi produk akhir berupa gas metana. Tiap fase dari proses fermentasi metana melibatkan mikroorganisme yang spesifik dan memerlukan kondisi hidup yang berbeda-beda. Bakteri pembentuk gas metana merupakan bakteri yang tidak memerlukan oksigen bebas dalam metabolismenya, bahkan adanya oksigen bebas dapat menjadi racun atau mempengaruhi metabolisme bakteri tersebut (Deublein dan Steinhauser, 2008).

Berikut ini merupakan gambar diagram alir dari sistem pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit PT. Pekebunan Lembah Bhakti:



Gambar 2.1 Diagram alir sistem pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit PT. perkebunan lembah bhakti

2.3 Zat Adiktif

2.3.1 Kulit Telur

Kulit telur atau cangkang telur merupakan lapisan luar dari telur yang berfungsi melindungi semua bagian telur dari luka atau kerusakan. Bila dilihat dengan mikroskop maka kulit telur terdiri dari 4 lapisan yaitu:

1. Lapisan kutikula

Lapisan kutikula merupakan protein transparan yang melapisi permukaan kulit telur. Lapisan ini melapisi pori-pori pada kulit telur, tetapi sifatnya masih dapat dilalui oleh gas sehingga keluarnya uap air dan gas CO₂ masih dapat terjadi.

2. Lapisan busa

Lapisan ini merupakan bagian terbesar dari lapisan kulit telur. Lapisan ini terdiri dari protein dan lapisan kapur yang terdiri dari kalsium karbonat, kalsium fosfat, magnesium karbonat dan magnesium fosfat.

3. Lapisan mamillary

Lapisan ini merupakan lapisan ketiga dari kulit telur yang terdiri dari lapisan yang berbentuk kerucut dengan penampang bulat atau lonjong. Lapisan ini sangat tipis dan terdiri dari anyaman protein dan mineral.

4. Lapisan membrane

Merupakan bagian lapisan kulit telur yang terdalam. Terdiri dari dua lapisan selaput yang menyelubungi seluruh isi telur. Tebalnya lebih kurang 65 mikron (Nasution, 1997).



Gambar 2.2 Kulit telur

Menurut (Schaafsma dkk, 2009) Komposisi kimia dari kulit telur terdiri dari protein 1,71%, lemak 0,36%, air 0,93%, serat kasar 16,21%, abu 71,34% . Menurut (Nasution, 1997) berdasarkan hasil penelitian, serbuk kulit telur ayam mengandung

kalsium sebesar $401 \pm 7,2$ gram atau sekitar 39% kalsium, dalam bentuk kalsium karbonat. Menurut (Quina dkk, 2016) Cangkang telur adalah komposit biomineralisasi kristal kalsit yang tertanam dalam kerangka organik serat protein, yang mewakili sekitar 3-12% dari total berat telur.

Kalsium karbonat adalah garam kalsium yang terdapat pada kapur, batu kapur, pualam dan merupakan komponen utama yang terdapat pada kulit telur (Dian dkk, 2014). Kalsium karbonat berupa serbuk, putih, tidak berbau, tidak berasa, stabil di udara. Praktis tidak larut dalam air, kelarutan dalam air meningkat dengan adanya sedikit garam amonium atau karbon dioksida. Larut dalam asam nitrat dengan membentuk gelembung gas.

Salah satu sifat kimia dari kalsium karbonat yaitu dapat menetralisasi asam. Penggunaan kalsium karbonat dalam bidang farmasi adalah sebagai antasida karena kemampuannya dalam menetralsir asam, namun kalsium karbonat dapat menyebabkan konstipasi (Dian dkk, 2014)

2.3.2 Soda

Soda abu adalah suatu zat padat ringan yang dapat larut di dalam air dan biasanya mengandung 99,3 % Na_2CO_3 (Slamanto,2011). Zat ini dijual atas dasar kandungan natrium oksida yang biasanya adalah 58%. Soda adalah zat natrium karbonat yang biasanya berupa cairan. Soda terbuat dari air biasa yang melewati proses karbonasi atau proses pencampuran karbon dioksida dalam minuman dengan tekanan tinggi. Soda umumnya digunakan sebagai bahan untuk membuat minuman atau makanan. Warna asli soda adalah putih atau transparan. Soda dapat berupa padat atau cair. Hal yang membedakan air soda dengan air biasa adalah adanya gelembung-gelembung hasil karbonasi. Soda bisa ditemui di supermarket. Soda bisa dijual dalam keadaan murni baik padat atau cair dan soda yang sudah siap konsumsi seperti *soft drink*. Soda siap minum umumnya diberi pewarna makanan, gula, dan tambahan rasa. Soda memiliki banyak manfaat yang erat dengan kegiatan sehari-hari rumah tangga. Berikut merupakan gambar dari soda.



Gambar 2.3 Soda

2.3.3 Abu Boiler

Menurut british standar (BS EN 206-1) abu boiler merupakan limbah sisa pembakaran bahan bakar cangkang dan serat yang termasuk dalam kelompok agregat dari material alam dengan berat jenis kurang dari $1,20 \text{ g/cm}^3$ yaitu hanya $0,160 \text{ g/cm}^3$. Penggunaan cangkang dan serat pada boiler menghasilkan 15% limbah pada berupa abu boiler (Swaroop dan Tejaanvesh, 2015). Berdasarkan komposisi utama dan kandungan abu cangkang sawit dari boiler terdiri dari Silika (SiO_2) 68,82%, Alumina (Al_2O_3) 3,08%, Kalsium (Ca) 6,95%, dan Magnesit (MgO) 4,35% dan beberapa unsur *trace element* lainnya (Haspiadi, 2011).



Gambar 2.4 Abu Boiler

2.4 Parameter

2.4.1 pH

pH adalah parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman larutan. Larutan asam mempunyai $\text{pH} < 7$, larutan netral mempunyai $\text{pH} = 7$, sedangkan larutan basa mempunyai $\text{pH} > 7$. pH larutan dapat ditentukan dengan menggunakan *indicator universal* atau pH meter. Pengukuran pH suatu larutan sangatlah penting untuk menentukan kadar keasaman suatu larutan. Dimana tingkat keasaman larutan sangat berpengaruh dalam setiap reaksi maupun dalam kehidupan. Sebagai contoh tingkat keasaman dari suatu limbah cair, dimana keasaman dari limbah tersebut dapat mencemari lingkungan sehingga dapat merusak lingkungan sekitar.

Pada dekomposisi anaerob faktor pH sangat berperan, karena pada rentang pH yang tidak sesuai mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan menyebabkan kematian yang pada akhirnya dapat menghambat perolehan gas metana. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8 hingga 7,8 (Gita dkk, 2015). Dimana derajat keasaman karena adanya ion H^+ . konsentrasi ion hidronium $[\text{H}^+]$ dalam larutan encer umumnya sangat rendah, tetapi sangat menentukan sifat-sifat larutan, terutama larutan dalam air. Sifat asam-basa suatu larutan dapat ditentukan dengan mengukur pH-nya (Sastroamidjojo, 2008).

2.4.2 VFA

Volatile fatty acids (VFA) atau asam lemak volatil merupakan hasil biokonversi senyawa organik polimer menjadi monomer pada proses asidogenesis. Asam lemak volatil adalah senyawa penting dalam proses pembentukan gas metana dan menyebabkan mikroba jenuh dalam konsentrasi tinggi (Buyukkamici dan Filibeli, 2004). Konsentrasi VFA berbanding terbalik dengan pH (Zhang dkk, 2015). VFA meningkat pada saat pH turun menyebabkan produksi biogas menurun (Komemoto dkk, 2009). Menurut (Zulfikar, 2016) Oleh karena itu pemantauan VFA penting untuk mengetahui kinerja proses degradasi anaerobik (Wijekoon dkk, 2010).

Asam lemak dibentuk melalui proses hidrolisis lemak dan bereaksi dengan ion logam seperti natrium, kalium, magnesium, dan kalsium untuk membentuk garam atau sabun. Sabun yang tidak dapat larut dalam air dapat menyebabkan teradanya buih yang menyebabkan kesulitan dalam *degradasi*. Hal ini disebabkan karena adanya ion kalsium dan magnesium yang disebut sebagai air sadah. Tidak seperti lemak, asam lemak dapat terurai dengan hidrolisis anaerob melalui mekanisme biokimia yang dikenal sebagai *beta* oksidasi dan dengan membuang dua bagian karbon. Pembuangan satu bagian *koenzim* disebut *koenzim A*, hasilnya adalah pembentukan asam *volatile* seperti asam asetat, asam propionat, dan asam butirat yang memiliki sifat yang mudah menguap pada tekanan atmosfer. Diantara asam-asam *volatile* ini, asam asetat merupakan *precursor* yang penting dalam pembentukan metana.

Dalam pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan bioreaktor hibrid anaerob dua tahap tidak hanya memperhatikan parameter-parameter seperti pH dan alkalinitas, tetapi juga memperhatikan asam asetat. Asam asetat yang bersifat volatil ini bisa berdampak sebagai pencemaran udara yang menyebabkan bau asam terhadap lingkungan sekitarnya. Kandungan asam asetat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terhadap kinerja bioreaktor (Gita dkk, 2015).

2.4.3 Alkalinitas

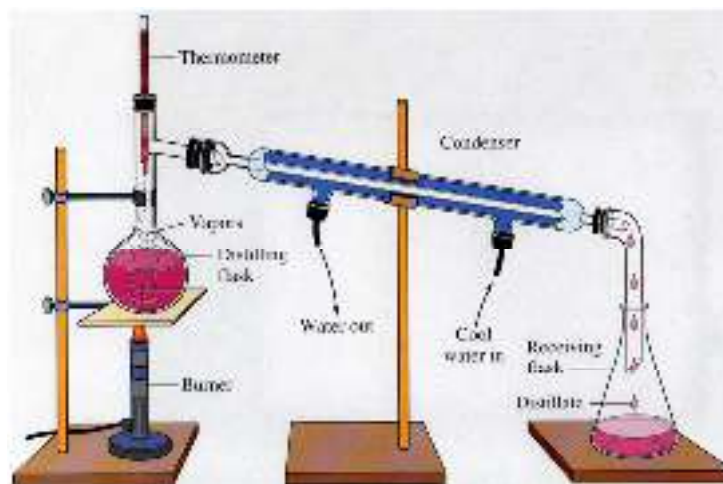
Alkalinitas merupakan penyangga (buffer) perubahan pH air dan indikasi kesuburan yang diukur dengan kandungan karbonat. Alkalinitas adalah kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam tanpa penurunan nilai pH larutan. Alkalinitas mampu menetralkan keasaman didalam air, secara khusus alkalinitas disebut sebagai besaran yang menunjukkan kapasitas pembufferan dari ion bikarbonat, dan tahap tertentu ion karbonat dan hidroksida dalam air. Ketiga ion tersebut dalam air akan bereaksi dengan ion hidrogen sehingga menurunkan keasaman dan menaikkan pH.

Air yang alkali atau bersifat basa sering mempunyai pH tinggi dan umumnya mengandung padatan terlarut yang tinggi. Alkalinitas merupakan faktor kapasitas untuk menetralkan asam. Oleh karena itu, kadang-kadang penambahan alkalinitas

lebih banyak dibutuhkan untuk mencegah supaya air tersebut tidak menjadi asam (Ahmad, 2004). Alkalinitas limbah cair membantu mempertahankan pH agar tidak mudah berubah yang disebabkan oleh penambahan asam. Selain itu, alkalinitas juga mempengaruhi pengolahan zat-zat kimia dan biologi serta dibutuhkan sebagai nutrisi bagi mikroba (Gita dkk, 2015).

2.5 Destilasi

Destilasi merupakan salah satu teknik pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih. Destilasi merupakan gabungan antara pemanasan dan pendinginan uap yang terbentuk sehingga diperoleh kembali cairan kembali yang murni (Basset, 1983). Destilasi dibagi menjadi beberapa macam yaitu destilasi sederhana, destilasi bertingkat destilasi uap dan destilasi vakum. Destilasi sederhana merupakan teknik pemisahan yang dilakukan berdasarkan perbedaan titik didih yang besar untuk memisahkan zat cair dengan padatan. Destilasi bertingkat merupakan teknik pemisahan yang dilakukan berdasarkan titik didih yang berdekatan, sedangkan destilasi uap merupakan teknik pemisahan yang dilakukan berdasarkan zat yang sulit bercampur dengan air dan memiliki tekanan uap yang tinggi.



Gambar 2.5 Alat destilasi sederhana

2.6 Titrasi

Titration is a quantitative chemical analysis method that is commonly used in laboratories to determine the concentration of a reactant. Titration is also one of the ways to determine the concentration of a substance in a solution by reacting it with another substance whose concentration is known. The basic principle of titration is the acid-base reaction, which is based on the neutralization of acids and bases. Acid-base neutralization reactions can be used to determine the concentration of an acid or a base (Harjadi, 1990).

Acid-base titration can provide a fairly accurate endpoint and for this purpose, pH indicators are used. The pH at the equivalence point is between 4 and 10. Similarly, the endpoint of titration will be accurate in weak acid-base titration. In an acid-base reaction, protons are transferred from one molecule to another. In water, protons are usually solvated as H_3O^+ . Temperature significantly affects acid-base titration, pH, and the color change of the indicator, as it is indirectly dependent on temperature (Khopkar, 1990).



Gambar 2.6 Alat titrasi

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pabrik Kelapa Sawit PT.Perkebunan Lembah Bhakti Di Aceh Singkil dari Bulan Februari sampai dengan Juli 2018.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah pH meter (HANNA HI83141), gelas piala (*pyrex*), buret 25 mL (*pyrex*), labu elemeyer (*pyrex*), cawan porselin, jerigen, pipet volume 10 mL (*pyrex*), cawan porselin, gelas beaker 100 mL (*pyrex*), oven, desikator, timbangan, gelas ukur 100 mL (*pyrex*), statif, magnet dan pengaduk magnet, dan *heating mantle* (Rs 400).

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah cair pabrik kelapa sawit, larutan *methyl orange* 1% dalam alkohol, asam sulfat (H_2SO_4) 0,1N, asam sulfat (H_2SO_4) 6N, natrium hidroksida (NaOH) 0,1N, kulit telur (ayam boiler), soda, dan abu boiler.

3.3 Preparasi Sampel

3.3.1 Uji pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi

Disiapkan 200 gram kulit telur dan digerus hingga kulit telur tersebut menjadi bubuk. Ditimbang bubuk kulit telur tersebut dengan variasi 0, 1, 2, 3, dan 4 gram. Setelah ditimbang bubuk tersebut dimasukkan ke dalam gelas beker yang sudah di berikan tanda. Dimasukkan limbah cair pabrik kelapa sawit (kolam anaerob dan mixing) ke dalam gelas beker sebanyak 200 mL untuk setiap gelas. Sampel diaduk selama 5 menit hingga sampel merata dan diamkan sampel selama 1 hari.

3.3.2 Uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu.

Disiapkan masing-masing 5 gram kulit telur, soda, dan dan abu boiler. Disiapkan tiga wadah jerigen yang sudah diberi tanda untuk masing-masing zat adiktif. Diambil limbah cair dan dimasukkan kedalam wadah tersebut sebanyak 1000 mL untuk setiap wadah. Kemudian setiap zat adiktif dimasukkan kedalam wadah yang sudah terisi limbah cair yang sudah diberi tanda. Kocok sampel limbah hingga merata dan didiamkan. Analisis sampel pada hari ke 3, 6, 9, 12, dan 15.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Uji pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi

a. Penentuan pH (Astra Agro Lestari, 1997)

Diambil sampel limbah cair pabrik kelapa sawit pada konsentrasi 0 gram kulit telur sebanyak 200 mL. Dimasukan pH-meter kedalam larutan *buffer* pH sehingga titik netral pada skala 7. elektroda dicelupkan ke dalam limbah cair hingga pH-meter menunjukkan pembacaan yang tetap. Hasil pembacaan angka pada tampilan pH-meter dicatat. Pengujian dilakukan kembali pada konsentrasi selanjutnya yaitu 1, 2, 3, dan 4 gram.

b. Penentuan Kadar *Volatile fatty acids* (VFA) (Astra Agro Lestari, 1997)

Diambil sampel limbah cair pabrik kelapa sawit pada konsentrasi 0 gram kulit telur sebanyak 100 mL, dimasukkan ke dalam labu elemeyer dan diencerkan dengan aquades hingga 150 mL. Kemudian sampel ditambahkan 5 mL asam sulfat 6 N dan didestilasi dengan menggunakan *Heating Mantle*. Hasil destilasi ditampung hingga mencapai 100 mL. Kemudian destilat dititrasi dengan menggunakan larutan NaOH 0,1 N. Titrasi selesai dilakukan bila destilat berada pada titik akhir titrasi yang ditandai dengan perubahn warna. Pengujian dilakukan kembali pada konsentrasi selanjutnya yaitu 1, 2, 3, dan 4 gram.

$$VFA = V NaOH \times N NaOH \times 10 \times 50$$

Keterangan

V NaOH = volume NaOH (mL)

N NaOH = konsentrasi NaOH (N)

10 = volume sampel

50 = Mr CaCO₃/2

c. Penentuan Kadar Alkalinitas (Astra Agro Lestari, 1997)

Diambil sampel limbah cair pabrik kelapa sawit pada konsentrasi 0 gram kulit telur sebanyak 10 mL, dimasukkan kedalam gelas elemeyer kemudian limbah cair diencerkan dengan aquadest hingga 100 mL. Sampel dititrasi dengan asam sulfat 0,1 N dan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*, kemudian dimasukkan pH-meter kedalam sampel. Titrasi selesai dilakukan bila pH sudah mencapai 4,5. Pengujian dilakukan kembali pada konsentrasi selanjutnya yaitu 1, 2, 3, dan 4 gram.

$$\text{Alkalinitas} = \frac{V.H_2SO_4 \times N.H_2SO_4 \times 1,000 \times 50}{V_{\text{sampel}}}$$

Keterangan

V.H₂SO₄ = volume asam sulfat (mL)

N.H₂SO₄ = konsentrasi asam sulfat (N)

V_{sampel} = volume limbah (mL)

1000 = volume dalam 1L

50 = Mr CaCO₃/2

3.4.2 Uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu.

a. Penentuan pH

Diambil sampel limbah cair pabrik kelapa sawit dengan zat adiktif kulit telur sebanyak 200 mL. Dimasukan pH-meter kedalam larutan *buffer* pH sehingga titik netral pada skala 7. elektroda dicelupkan ke dalam limbah cair hingga pH-meter menunjukkan pembacaan yang tetap. Hasil pembacaan angka pada tampilan pH-meter dicatat. Pengujian dilakukan kembali pada zat adiktif soda dan abu boiler.

b. Penentuan Kadar *Volatile fatty acids* (VFA)

Diambil sampel limbah cair pabrik kelapa dengan zat adiktif kulit telur sebanyak 100 mL, dimasukan ke dalam labu elemeyer dan diencerkan dengan aquadest hingga 150 mL. Kemudian sampel ditambahkan 5 mL asam sulfat 6 N dan didestilasi dengan menggunakan *Heating Mantle*. Hasil destilasi ditampung hingga mencapai 100 mL. Kemudian destilat dititrasi dengan menggunakan larutan NaOH 0,1 N. Titrasi selesai dilakukan bila destilat berada pada titik akhir titrasi yang di tandai dengan perubahn warna. Pengujian dilakukan kembali pada zat adiktif soda dan abu boiler.

c. Penentuan Kadar Alkalinitas

Diambil sampel limbah cair pabrik kelapa sawit dengan zat adiktif kulit telur sebanyak 10 mL, dimasukan kedalam gelas elemeyer kemudian limbah cair diencerkan dengan aquadest hingga 100 mL. Sampel dititrasi dengan asam sulfat 0,1 N dan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*, kemudian dimasukan pH-meter kedalam sampel. Titrasi selesai dilakukan bila pH sudah mencapai 4,5. Pengujian dilakukan kembali pada zat adiktif soda dan abu boiler.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan pada bab ini dijelaskan meliputi data dari beberapa parameter limbah yaitu pH, VFA, dan alkalinitas. Data dari setiap parameter yang diteliti menggunakan zat adiktif kulit telur. Konsentrasi zat adiktif kulit telur yang dipakai dalam penelitian yaitu 0, 1, 2, 3, dan 4 gram/200 ml limbah cair untuk pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi, sampel limbah cair yang digunakan dalam penelitian diambil dari dua buah kolam yaitu kolam mixing dan kolam anaerob. Kolam mixing merupakan kolam percampuran antara limbah cair kelapa sawit dengan lumpur dari kolam anaerob dengan perbandingan 1:1 atau 1:2. Percampuran ini bertujuan agar bakteri yang telah aktif pada lumpur yang berasal dari limbah anaerob dapat membentuk makanan pada limbah mixing. Sampel limbah cair kelapa sawit di kolam mixing yang digunakan dalam penelitian ini dengan perbandingan 1:1. Kolam anaerob adalah tempat terjadinya proses penguraian bahan organik oleh bakteri anaerob. Penelitian ini dilakukan berdasarkan variasi waktu dengan perbandingan zat adiktif kulit telur, soda, dan abu boiler. Dimana sampel penelitian limbah diambil dari kolam anaerob. Pengambilan sampel pada kolam ini dilakukan karena kolam anaerob merupakan kolam penentu dalam pengukuran baku mutu dari limbah.

4.1 Uji pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi

Hasil penelitian yang dilakukan didapatkan data perubahan pH, VFA, dan alkalinitas yang disebabkan oleh penambahan zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi. Berikut merupakan hasil penelitian dari kolam mixing dan kolam anaerob, dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Penelitian Kolam Mixing g/200 ml dalam 1 hari

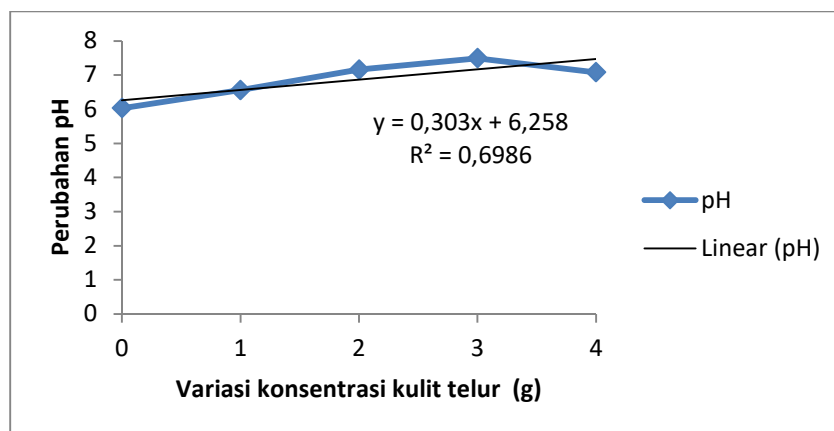
No	Parameter	Konsentrasi Kulit Telur (g/200 mL)				
		0	1	2	3	4
1.	pH	6,03	6,56	7,16	7,49	7,08
2.	VFA	3034	2613,75	2383,12	1998,75	1870,62
3.	Alkalinitas	1819,95	2123,27	2316,30	2647,20	2922,95

Tabel 4.2 Hasil Penelitian Kolam Anaerob g/200 ml dalam 1 hari

No	Parameter	Konsentrasi Kulit Telur (g/200 mL)				
		0	1	2	3	4
1.	pH	7,24	7,39	7,69	7,86	8,25
2.	VFA	568,87	481,75	451	435,62	410
3.	Alkalinitas	5184,10	5349,55	5459,85	5625,30	5790,75

4.1.1 Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur terhadap pH

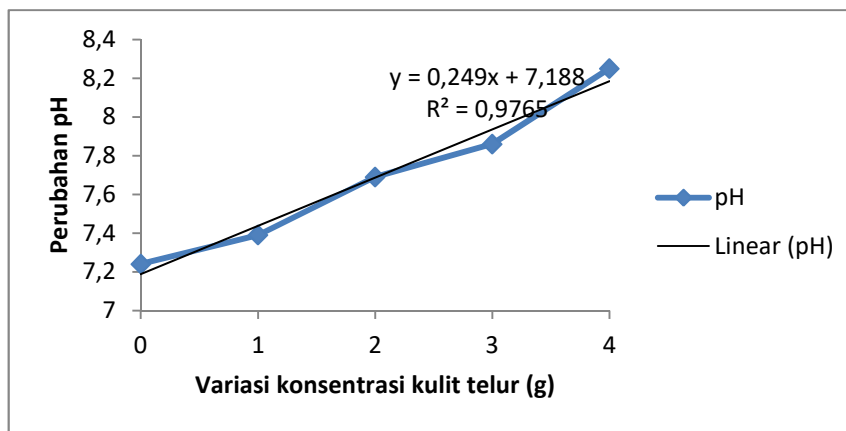
Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur pada kolam mixing dan kolam anerob bertujuan untuk melihat perubahan atau pengaruh zat adiktif tersebut terhadap pH pada kolam tersebut. Dimana zat adiktif kulit telur tersebut banyak mengandung zat kapur dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3). Menurut (Nasution, 1997) berdasarkan hasil penelitian, serbuk kulit telur ayam mengandung kalsium sebesar $401 \pm 7,2$ gram atau sekitar 39% kalsium, dalam bentuk kalsium karbonat.



Gambar 4.1 Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur terhadap pH pada kolam mixing.

Gambar 4.1 menunjukkan terjadinya perubahan pH yang disebabkan oleh zat adiktif kulit telur pada kolam mixing. Perubahan yang ditimbulkan oleh kulit telur yaitu terjadi kenaikan pH pada limbah. Pada konsentrasi kulit telur 4 gram terjadi penurunan pH. Hal ini disebabkan karena pada proses pengolahan limbah kolam mixing terjadi pembentukan makanan untuk bakteri kolam anaerob sehingga terjadi penurunan pH.

Data grafik perubahan pH yang dialami limbah cair pada kolam mixing didapatkan persamaan garis lurus yaitu $y = 0,303x + 6,258$ dan nilai $R^2 = 0,698$. Persamaan garis lurus tersebut menunjukan bahwa hasil yang didapatkan dari perubahan pH pada kolam pada kolam mixing kurang baik. Perubahan pH tersebut yang kurang baik dapat dilihat dari nilai regesinya yang cukup jauh dari 1. Dimana nilai regresi hanya kurang 0,302 untuk mendekati garis regresi yang sempurna.



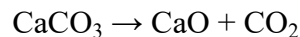
Gambar 4.2 Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur terhadap pH pada kolam anaerob.

Gambar 4.2 menunjukkan terjadinya perubahan pH yang disebabkan oleh zat adiktif kulit telur pada kolam anaerob. Perubahan pH yang terjadi pada kolam anaerob mengalami kenaikan. Kenaikan tersebut cukup signifikan dimana semakin tinggi konsentrasi kulit telur, pH yang dihasilkan semakin tinggi. Kenaikan ini terjadi

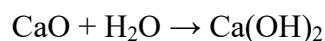
karena proses degradasi pada limbah cair oleh bakteri anaerob yang menghasilkan biogas sehingga mengurangi kadar keasaman dari limbah.

Data grafik kenaikan pH yang dialami oleh limbah cair pada kolam anaerob didapatkan persamaan garis lurus yaitu $y = 0,249x + 7,188$ dan nilai $R^2 = 0,976$. Persamaan garis lurus tersebut menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan dari perubahan pH pada kolam anaerob sangat baik. Hal ini dibuktikan dari perubahan pH tersebut dengan nilai regresi yang mendekati 1. Dimana nilai regresi hanya kurang 0,024 untuk mendekati garis regresi yang sempurna.

Perubahan pH yang dialami oleh kolam mixing dan kolam anaerob oleh zat adiktif kulit telur dapat disimpulkan bahwa terjadi kenaikan pH pada saat penambahan zat adiktif tersebut. Perubahan ini terjadi karena adanya penyerapan oleh zat kapur yang ada dalam kulit telur yaitu kalsium karbonat (CaCO_3). kalsium karbonat mengalami dekomposisi termal menjadi kapur (CaO) dengan hasil sampingan berupa gas karbondioksida (CO_2). Hal ini dapat terlihat pada reaksi dibawah ini :

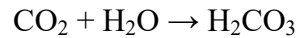


Lalu ketika hasil reaksi dekomposisi CaCO_3 yaitu CaO masuk ke dalam air, terjadi reaksi kimia terlihat dari kapur yang melarut pada air melalui reaksi formasi di air.

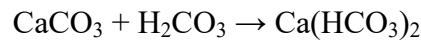


Reaksi diatas dapat terlihat bahwa kalsium oksida bereaksi dengan air membentuk larutan basa kalsium hidroksida. Kalsium hidroksida mudah larut dalam air. Jika terjadi pembuatan kalsium hidroksida terus menerus yang membuat konsentrasi dari larutan tersebut naik dan akan terbentuk suspensi kalsium hidroksida. Dapat terlihat dari kondisi yang mirip cairan susu (air kapur). Adapun reaksi yang

terjadi dari hasil sampingan yaitu karbondioksida dengan air membentuk asam karbonat.



Reaksi ini bersifat reversible sehingga dapat memungkinkan kembalinya produk menjadi reaktan. Asam karbonat dapat bereaksi dengan kalsium karbonat membentuk kalsium bikarbonat. Larutan tersebut bersifat berbeda hal dengan hasil sebelumnya yang merupakan basa kalsium hidroksida.



Dari kedua kolam tersebut perubahan pH yang terjadi pada kolam anerob lebih baik dari kolam mixing. Hal ini dibuktikan dari nilai regresi kedua kolam tersebut. Pada kolam anaerob mempunyai nilai $R^2 = 0,976$ dan pada kolam mixing $R^2 = 0,698$. Namun dari kedua kolam tersebut mengalami kenaikan pH dari penambahan zat adiktif.

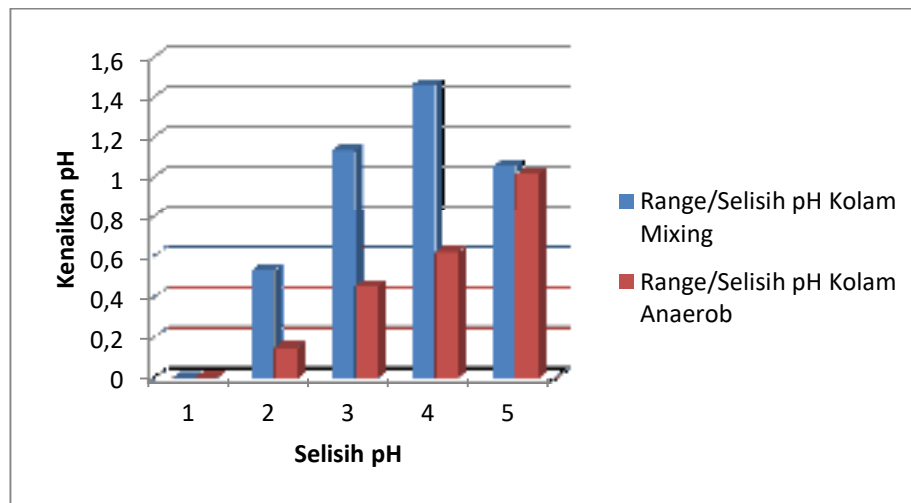
Kenaikan pH yang terjadi pada limbah yang disebabkan dari penambahan zat adiktif. Limbah pada kolam mixing dan kolam anaerob mempunyai *range*/selisih pH sesudah penambahan zat adiktif kulit telur. Selisih pH setelah penambahan zat adiktif tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 selisih pH sesudah penambahan zat adiktif kulit telur.

NO	Konsentrasi kulit Telur (g/200 mL)	Range/Selisih pH	
		Kolam Mixing	Kolam Anaerob
1	0	0	0
2	1	0,53	0,15
3	2	1,13	0,45
4	3	1,46	0,62
5	4	1,05	1,01

Tabel di atas menunjukkan perbedaan selisih perubahan pH yang dialami oleh limbah pada kolam mixing dan kolam anaerob. Perubahan tersebut cenderung lebih

tinggi pada kolam mixing dari pada kolam anaerob. Hal ini dibuktikan dari setiap penambahan zat adiktif pada setiap konsentrasinya. Dimana perbandingan perubahan pH yang dialami limbah kolam mixing dan kolam anaerob cukup besar untuk setiap gram dari konsentrasi zat adiktif kulit telur. Dimana perbandingan selisih pH dapat lebih jelas dilihat pada gambar 4.3 histogram berikut :



Gambar 4.3 Histogram perbandingan selisih pH kolam mixing dan kolam anaerob

Gambar 4.3 menunjukkan perbandingan selisih pH yang terjadi pada kolam mixing dengan kolam anaerob. Selisih pH antara kolam mixing dengan kolam anaerob pada konsentrasi zat adiktif kulit telur 1, 2, dan 3 gram, selisih yang terjadi cukup signifikan. Sedangkan pada konsentrasi zat adiktif 4 gram pada setiap kolam, selisih perubahan pH yang terjadi tidak terlalu jauh. Menurut (Gita dkk, 2015), Pada dekomposisi anaerob faktor pH sangat berperan, karena pada rentang pH yang tidak sesuai mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan menyebabkan kematian yang pada akhirnya dapat menghambat perolehan gas metana. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8 hingga 7,8. Menurut (Panagiotou dkk, 2018) Kapasitas adsorpsi cangkang telur dikalsinasi adalah 23,02 mg/g dan terjadi dalam rentang pH 2 hingga 10.

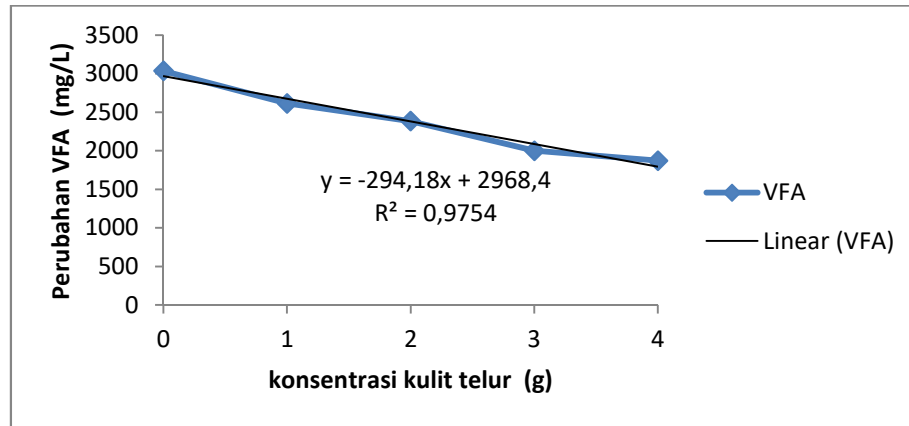
Menurut (Balaz, 2014) Permukaan membran pada cangkang telur banyak mengandung situs bermuatan positif yang dihasilkan oleh rantai samping dasar asam

amino. Membran memiliki luas permukaan yang sangat tinggi dengan kelompok fungsional khusus seperti hidroksil (-OH), tiol (-SH), karboksil (-COOH), amino (-NH₂), amida (-CONH₂) dan lain-lain, yang sangat kuat berinteraksi dengan beberapa spesies kimia yang ada di albumen. Hadirnya berbagai macam kelompok fungsional, cangkang telur bertindak sebagai penyerap potensial.

4.1.2 Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur terhadap kadar VFA.

Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur pada kolam mixing dan kolam anerob bertujuan untuk melihat perubahan atau pengaruh zat adiktif tersebut terhadap kadar VFA pada kolam tersebut. VFA atau asam lemak volatile merupakan hasil biokonversi senyawa organik polimer menjadi monomer pada proses asidogenesis. Asam lemak volatil adalah senyawa penting dalam proses pembentukan gas metana dan menyebabkan mikroba jenuh dalam konsentrasi tinggi (Buyukkamici dan Filibeli, 2004). Menurut (Zhou dkk, 2017) Pengaruh pH, suhu dan waktu retensi dalam fermentasi acidogenic limbah telah menjadi subjek utama. Di satu sisi, telah ditemukan bahwa nilai pH untuk produksi VFA berada dalam kisaran 5,25–11, meskipun dapat berubah tergantung pada jenis substrat yang akan difermentasi. Menurut (Liu dkk, 2011) Di sisi lain, menurut penelitian terbaru, fermentasi basa dapat dianggap sebagai teknologi yang menjanjikan untuk pemulihan VFA.

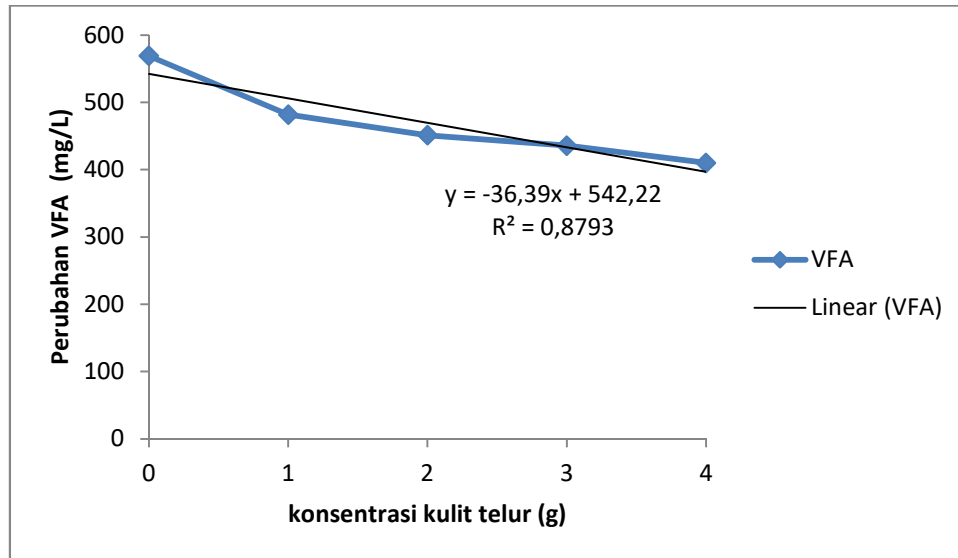
Asam lemak dibentuk melalui proses hidrolisis lemak dan bereaksi dengan ion logam seperti natrium, kalium, magnesium, dan kalsium untuk membentuk garam atau sabun. Sabun yang tidak dapat larut dalam air dapat menyebabkan teradinya buih yang menyebabkan kesulitan dalam *degradasi*. Menurut (Nasution, 1997) kulit telur mempunyai lapisan kapur yang terdiri dari kalsium karbonat, kalsium fosfat, magnesium karbonat dan magnesium fosfat.



Gambar 4.4 Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur terhadap kadar VFA pada kolam mixing.

Gambar 4.4 menunjukkan penurunan kadar VFA pada limbah kolam mixing. Penurunan kadar VFA berbanding lurus dengan besarnya konsentrasi zat adiktif kulit telur yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi zat adiktif yang diberikan maka kadar VFA pada limbah semakin menurun. Penurunan limbah pada kolam mixing yang ditunjukkan pada grafik di atas disebabkan oleh pengaruh langsung dari zat adiktif kulit telur. Penurunan tersebut tanpa ada bantuan dari bakteri ataupun mikroorganisme lain yang membantu mendekomposisi limbah.

Grafik penurunan kadar VFA di atas didapatkan persamaan garis regresi, yaitu $y = -294,1x + 2968$ dan nilai $R^2 = 0,975$. Persamaan garis lurus tersebut menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan dari penurunan kadar VFA pada kolam mixing sangat baik. Hal ini dibuktikan dari penurunan tersebut dengan nilai regresi yang mendekati 1. Dimana nilai regresi hanya kurang 0,025 untuk mendekati garis regresi yang sempurna.



Gambar 4.5 Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur terhadap kadar VFA pada kolam anaerob.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar VFA pada limbah kolam anaerob. Penurunan kadar VFA yang terjadi pada kolam anaerob sama dengan kolam mixing. Dimana penurunan berbanding lurus dengan besarnya konsentrasi zat adiktif kulit telur yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi zat adiktif yang diberikan. Penurunan kadar VFA pada kolam anaerob dibantu juga dengan mikroorganisme atau bakteri anaerob.

Grafik penurunan kadar VFA pada kolam anaerob di atas didapatkan persamaan garis regresi, yaitu $y = -36.39x + 542.2$ dan nilai $R^2 = 0,879$. Persamaan garis lurus tersebut menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan dari penurunan kadar VFA pada kolam anaerob cukup baik. Hal ini dibuktikan dari penurunan tersebut dengan nilai regresi yang tidak terlalu jauh dari 1. Dimana nilai regresi hanya kurang 0,121 untuk mendekati garis regresi yang sempurna.

Penurunan kadar VFA yang dialami oleh kolam mixing dan kolam anaerob disebabkan oleh zat adiktif kulit telur yaitu kalsium karbonat (CaCO_3).



Zat kapur yang ada dalam kulit telur bereaksi dengan asam lemak yang ada dalam limbah. Asam lemak dibentuk melalui proses hidrolisis lemak dan bereaksi dengan ion logam seperti natrium, kalium, magnesium, dan kalsium untuk membentuk garam atau sabun. Menurut (Smit 2011) asam asetat yang bersifat volatil ini bisa berdampak sebagai pencemaran udara yang menyebabkan bau asam terhadap lingkungan sekitarnya. Dari kedua kolam tersebut penurunan kadar VFA yang terjadi pada kolam mixing lebih baik dari kolam anaerob. Hal ini dibuktikan dari nilai regresi kedua kolam tersebut. Pada kolam mixing mempunyai nilai $R^2 = 0,975$ dan pada kolam anaerob $R^2 = 0,879$.

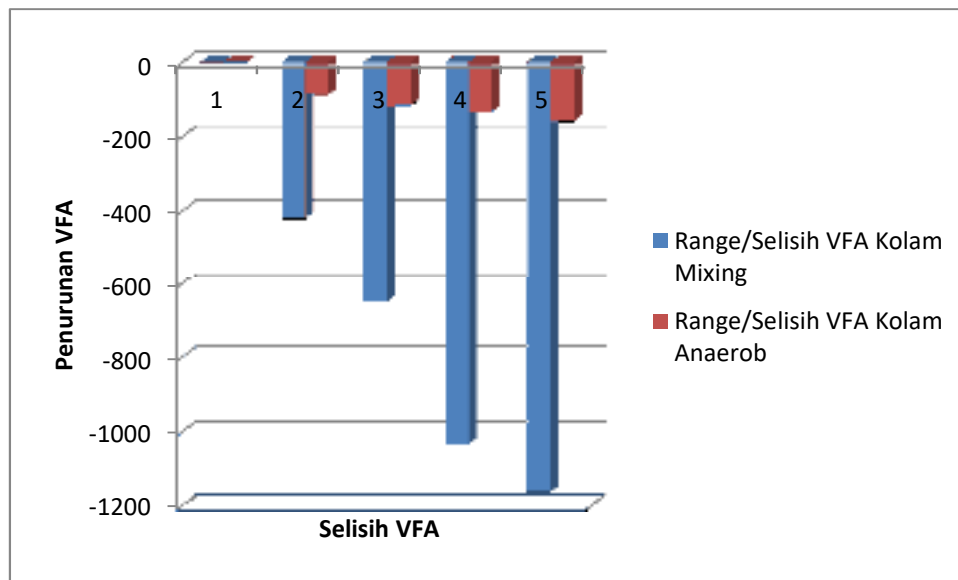
Dari kedua penurunan kadar VFA yang terjadi pada limbah yang disebabkan dari penambahan zat adiktif kulit mempunyai *range*/selisih. Selisih VFA setelah penambahan zat adiktif tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Selisih penurunan VFA setelah penambahan zat adiktif kulit telur.

NO	Konsentrasi kulit Telur (g/200 mL)	Range/Selisih VFA	
		Kolam Mixing	Kolam Anaerob
1	0	0	0
2	1	-420,25	-87,12
3	2	-650,88	-117,87
4	3	-1035,25	-133,25
5	4	-1163,38	-158,87

Tabel di atas menunjukkan perbedaan selisih penurunan kadar VFA yang dialami oleh limbah pada kolam mixing dan kolam anaerob. Penurunan kadar VFA tersebut cenderung lebih rendah pada kolam mixing dari pada kolam anaerob. Hal ini dibuktikan dari setiap penambahan zat adiktif pada setiap konsentrasinya. Dimana perbandingan penurunan kadar VFA yang dialami limbah kolam mixing dan kolam anaerob cukup besar untuk setiap gram dari konsentrasi zat adiktif kulit telur. Dimana

perbandingan selisih penurunan VFA dapat lebih jelas dilihat pada gambar 4.6 histogram berikut :



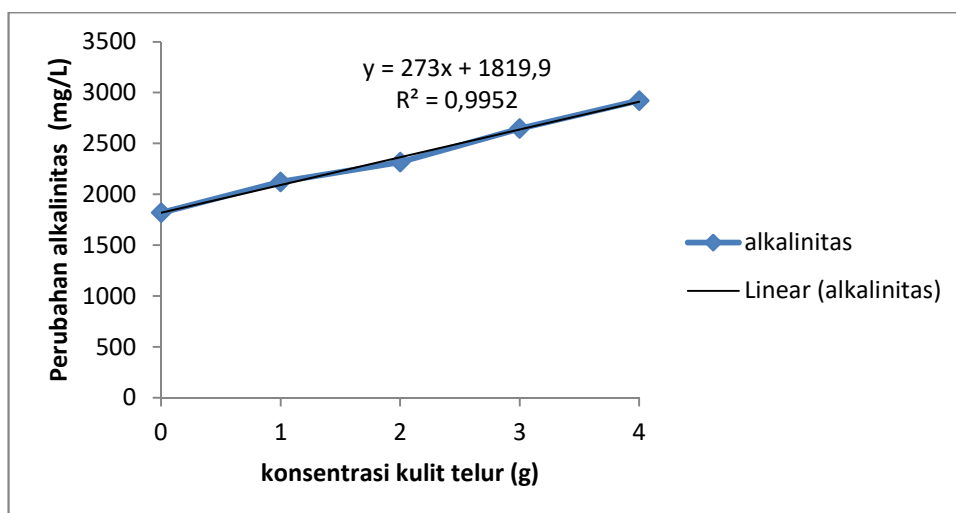
Gambar 4.6 Histogram perbandingan selisih VFA kolom mixing dan kolom anaerob.

Gambar 4.6 menunjukkan perbandingan selisih VFA yang terjadi pada kolam mixing dengan kolam anaerob pada konsentrasi zat adiktif kulit telur 1, 2, 3 dan 4 gram. selisih yang terjadi pada setiap konsentrasi dari zat adiktif sangat signifikan. Penurunan VFA pada kolam mixing lebih besar dibandingkan dengan kolam anaerob. Hal ini disebabkan karena pada kolam mixing penurunan VFA yang terjadi pada limbah karena pengaruh langsung dari zat adiktif tanpa ada bantuan dari mikroorganisme. Penyerapan yang dilakukan oleh zat adiktif kulit telur lebih baik. Sedangkan pada kolam anaerob penurunan VFA terjadi pada limbah karena pengaruh zat adiktif dan bantuan dari mikroorganisme. Penyerapan yang terjadi oleh zat adiktif kulit telur lebih sedikit ketimbang penyerapan yang terjadi pada kolam mixing.

4.1.3 Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur terhadap kadar alkalinitas.

Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur pada kolam mixing dan kolam anerob bertujuan untuk melihat perubahan atau pengaruh zat adiktif terhadap kadar alkalinitas pada kolam tersebut. Alkalinitas merupakan penyangga (buffer) dari perubahan pH air dan indikasi kesuburan yang diukur dengan kandungan karbonat. Alkalinitas adalah kapasitas air untuk menetralkan tambahan asam tanpa penurunan nilai pH larutan.

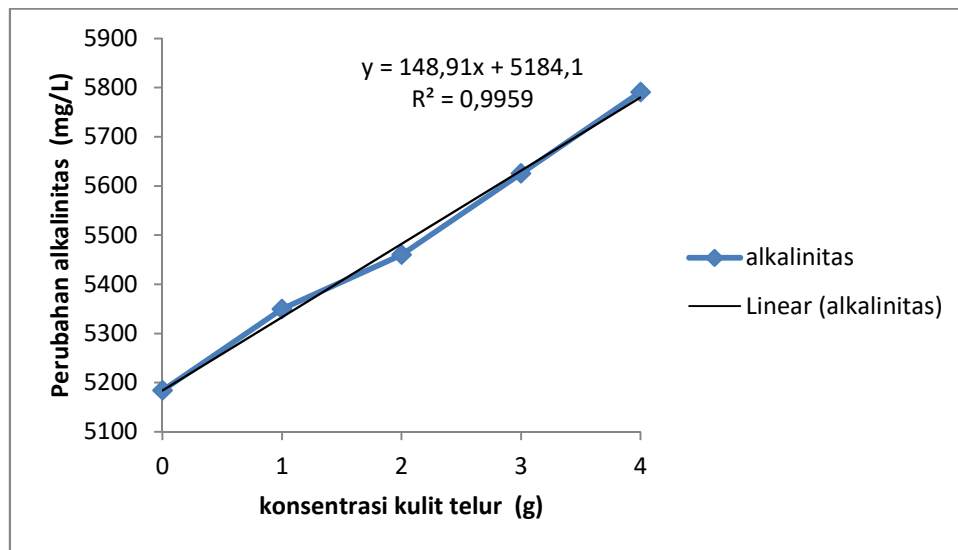
Alkalinitas mampu menetralkan keasaman didalam air, secara khusus alkalinitas disebut sebagai besaran yang menunjukkan kapasitas pembufferan dari ion bikarbonat, dan tahap tertentu ion karbonat dan hidroksida dalam air. Ketiga ion tersebut dalam air akan bereaksi dengan ion hidrogen sehingga menurunkan keasaman dan menaikkan pH. Menurut Ahmad 2004, Air yang alkali atau bersifat basa sering mempunyai pH tinggi dan umumnya mengandung padatan terlarut yang tinggi. Alkalinitas merupakan faktor kapasitas untuk menetralkan asam. Oleh karena itu, kadang-kadang penambahan alkalinitas lebih banyak dibutuhkan untuk mencegah supaya air tersebut tidak menjadi asam.



Gambar 4.7 Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur terhadap kadar alkalinitas pada kolam mixing.

Gambar 4.7 menunjukkan terjadinya perubahan kadar alkalinitas yang disebabkan oleh zat adiktif kulit telur pada kolam mixing. Perubahan kadar alkalinitas yang terjadi pada kolam mengalami kenaikan. Dimana kenaikan tersebut cukup signifikan dimana semakin tinggi konsentrasi kulit telur, maka kadar alkalinitas yang dihasilkan pun semakin tinggi.

Grafik kenaikan kadar alkalinitas di atas didapatkan persamaan garis regresi, yaitu $y = 273x + 1819$ dan nilai $R^2 = 0,995$. Persamaan garis lurus tersebut menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan dari kenaikan kadar alkalinitas pada kolam mixing sangat baik. Hal ini dibuktikan dari kenaikan grafik tersebut yang mempunyai nilai regresi mendekati 1. Dimana nilai regresi dari grafik tersebut hanya kurang 0,005 untuk mendekati garis regresi sempurna.



Gambar 4.8 Pengaruh variasi konsentrasi zat adiktif kulit telur terhadap kadar alkalinitas pada kolam anaerob.

Gambar 4.8 menunjukkan terjadinya perubahan kadar alkalinitas yang disebabkan oleh zat adiktif kulit telur pada kolam anaerob. Perubahan kadar alkalinitas yang terjadi pada kolam mengalami kenaikan. Dimana kenaikan tersebut

cukup signifikan dimana semakin tinggi konsentrasi kulit telur, maka kadar alkalinitas yang dihasilkan pun semakin tinggi.

Grafik kenaikan kadar alkalinitas di atas didapatkan persamaan garis regresi, yaitu $y = 148.9x + 5184$ dan nilai $R^2 = 0,995$. Persamaan garis lurus tersebut menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan dari kenaikan kadar alkalinitas pada kolam mixing sangat baik. Hal ini dibuktikan dari kenaikan grafik tersebut yang mempunyai nilai regresi mendekati 1. Dimana nilai regresi dari grafik tersebut hanya kurang 0,005 untuk mendekati garis regresi sempurna.

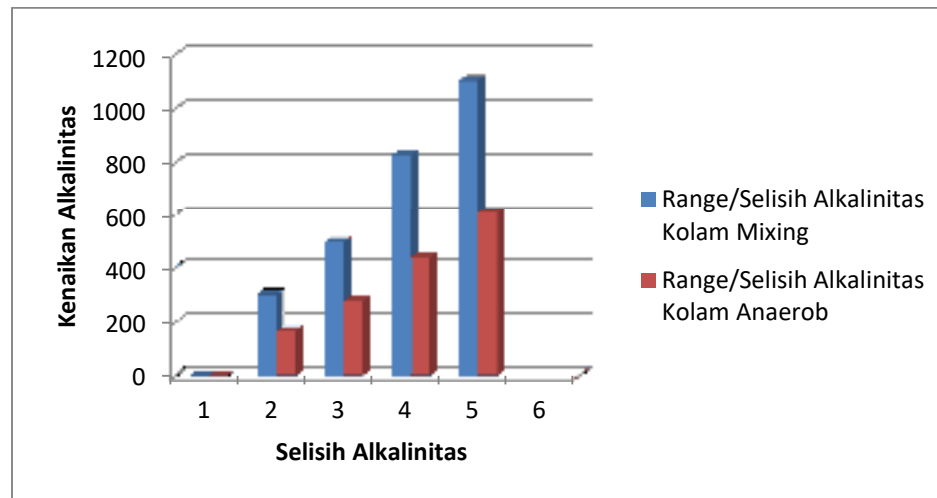
Kenaikan kadar alkalinitas yang dialami oleh kolam mixing dan kolam anaerob disebabkan oleh zat adiktif kulit telur yaitu kalsium karbonat (CaCO_3). Asam karbonat yang ada dalam kulit telur bereaksi dengan ion logam seperti natrium, kalium, magnesium, dan kalsium untuk membentuk garam atau sabun. dari asam karbonat murni berwarna putih, bubuk tanpa warna yang dapat menyerap embun dari udara, mempunyai rasa alkali/ pahit, dan membentuk larutan alkali yang kuat. Sehingga dari kedua kolam tersebut kenaikan kadar alkalinitas yang terjadi pada kolam mixing lebih baik dari kolam anaerob. Hal ini dibuktikan dari nilai regresi kedua kolam tersebut. Pada kolam mixing mempunyai nilai $R^2 = 0,995$ dan pada kolam anaerob $R^2 = 0,995$. Namun dari kedua kolam tersebut kenaikan kadar pada setiap konsentrasi mendekati sempurna.

Dari kedua kenaikan kadar alkalinitas yang terjadi pada limbah yang disebabkan dari penambahan zat adiktif kulit mempunyai *range*/selisih. Selisih kadar alkalinitas setelah penambahan zat adiktif tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Selisih kenaikan Alkalinitas setelah penambahan zat adiktif kulit telur.

NO	Konsentrasi kulit Telur (g/200 mL)	Range/Selisih Alkalinitas	
		Kolam Mixing	Kolam Anaerob
1	0	0	0
2	1	303,72	165,45
3	2	496,75	275,75
4	3	827,65	441,20
5	4	1103,40	606,65

Tabel 4.5 menunjukkan perbedaan selisih kenaikan kadar alkalinitas yang dialami oleh limbah pada kolam mixing dan kolam anaerob. Kenaikan kadar alkalinitas tersebut cenderung lebih tinggi pada kolam mixing dibandingkan dengan kolam anaerob. Hal ini dibuktikan dari setiap penambahan zat adiktif pada setiap konsentrasinya. Dimana perbandingan kenaikan kadar alkalinitas yang dialami limbah kolam mixing dan kolam anaerob cukup besar untuk setiap gram dari konsentrasi zat adiktif kulit telur. Dimana perbandingan selisih kenaikan kadar alkalinitas dapat lebih jelas dilihat pada gambar 4.9 histogram berikut :

**Gambar 4.9** Selisih kenaikan Alkalinitas setelah penambahan zat adiktif kulit telur.

Gambar 4.9 menunjukkan perbandingan selisih alkalinitas yang terjadi pada kolam mixing dengan kolam anaerob pada konsentrasi zat adiktif kulit telur 1, 2, 3 dan 4 gram. selisih yang terjadi pada setiap konsentrasi dari zat adiktif sangat signifikan. Kenaikan kadar alkalinitas pada kolam mixing lebih besar dibandingkan dengan kolam anaerob. Hal ini disebabkan karena pada kolam mixing kenaikan kadar alkalinitas yang terjadi pada limbah karena pengaruh langsung dari zat adiktif tanpa ada bantuan dari mikroorganisme. Dimana asam karonat yang ada dalam kulit telur bereaksi dengan ion-ion dalam logam dalam limbah, Sehingga penyerapan yang dilakukan oleh zat adiktif kulit telur lebih baik. Sedangkan pada kolam anaerob kenaikan kadar alkalinitas terjadi pada limbah karena pengaruh zat adiktif dan bantuan dari mikroorganisme. Dimana mikroorganisme sudah bereaksi dengan ion-ion yang terdapat dalam limbah, Sehingga penyerapan yang terjadi oleh zat adiktif kulit telur lebih sedikit pada setiap konsentrasi ketimbang penyerapan yang terjadi pada kolam mixing.

4.2. Uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu.

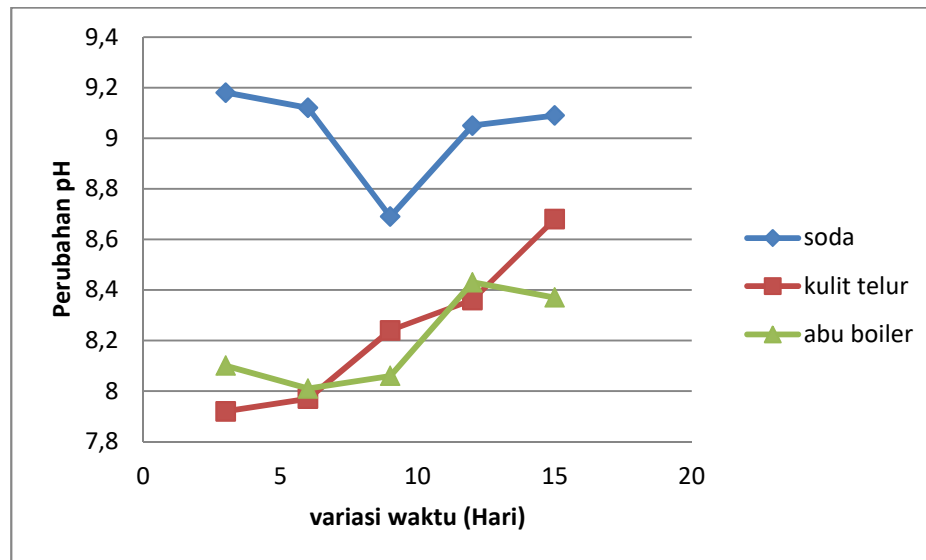
Hasil data penelitian yang didapatkan yang dilakukan guna melihat perubahan pH, VFA, dan alkalinitas yang disebabkan oleh penambahan zat adiktif kulit telur dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu. Berikut merupakan data hasil penelitian pada kolam anaerob berdasarkan variasi waktu untuk setiap zat adiktif.

Tabel 4.6 Hasil uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu.

No	Parameter	Sampel (5 g/1000 mL)	HARI KE-				
			3	6	9	12	15
1	pH	Soda	9,18	9,12	8,69	9,05	9,09
		Kulit telur	7,92	7,97	8,24	8,36	8,68
		Abu boiler	8,10	8,01	8,06	8,43	8,37
2	VFA	Soda	1025,54	960,08	900,07	829,16	790,97
		Kulit telur	883,71	741,88	610,96	578,23	512,77
		Abu boiler	927,35	856,43	829,16	796,43	665,51
3	alkalinitas	Soda	9718,50	9614,00	8778,00	9013,12	9065,37
		Kulit telur	5277,25	5538,50	5956,50	6061,00	6165,50
		Abu boiler	6531,25	5812,8	6162,50	6949,25	6844,75

4.2.1 Pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap pH berdasarkan variasi waktu.

Data penelitian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan zat adiktif kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap pH dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap pH berdasarkan variasi waktu.

Gambar 4.10 menunjukkan perbandingan pengaruh antara zat adiktif kulit telur, soda dan abu boiler. Pengujian dilakukan berdasarkan variasi waktu yaitu pada hari ke 3, 6, 9, 12 dan 15. Sampel limbah yang digunakan ialah 200 mL untuk setiap zat adiktif yang digunakan. Dimana berat yang digunakan untuk masing-masing zat adiktif adalah 5 gram. Pengujian zat adiktif kulit telur pada hari ke 3, 6, 9, 12 dan 15 yaitu 7,92; 7,97; 8,24; 8,36 dan 8,68, pada pengujian zat adiktif soda yaitu 9,18; 9,12; 8,69; 9,05 dan 9,09, sedangkan pada pengujian zat adiktif abu boiler yaitu 8,10; 8,01; 8,06; 8,43 dan 8,57.

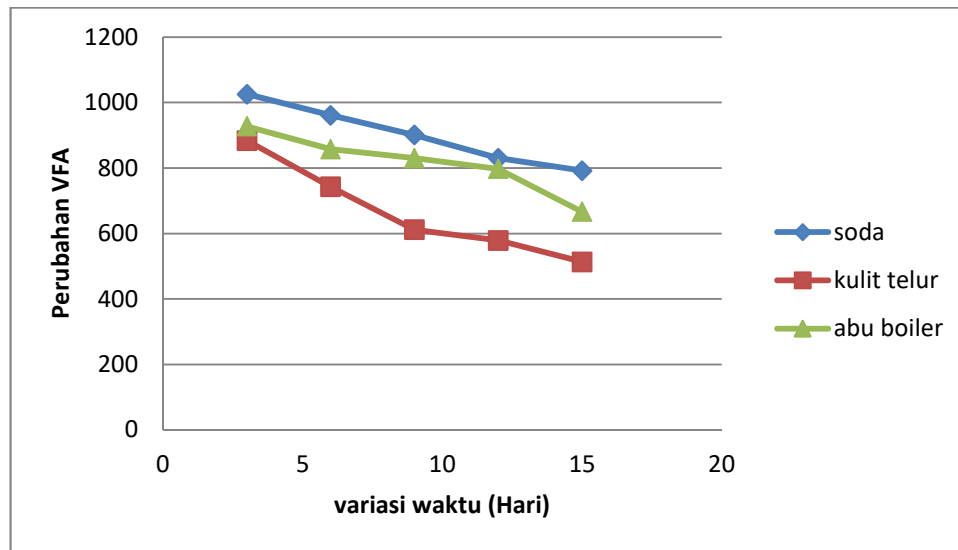
Pengaruh yang ditimbulkan dari setiap zat adiktif pada pengujian sangat berbeda satu sama lain. Pengujian pengaruh zat adiktif kulit telur mengalami kenaikan pH dari hari ke 3 sampai hari ke 15 tanpa mengalami penurunan. Penambahan zat adiktif kulit telur pH yang dihasilkan masih dalam standar mutu dari limbah. Penyerapan yang dilakukan kulit telur yang banyak mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) membantu mikroorganisme berkembang biak dan dapat mendegradasi limbah limbah dengan baik

Pengujian pengaruh zat adiktif soda mengalami kenaikan pH yang sangat signifikan pada hari ketiga yang mencapai pH 9,18. Kenaikan pH terjadi karena ion karbonat yang tinggi dalam soda natrium karbonat (Na_2CO_3). Namun pada hari berikutnya zat adiktif soda mengalami penurunan. Penurunan terendah terjadi pada hari ke 9 mencapai pH 8,69 dan mengalami kenaikan kembali pada hari ke 12 dan 15. Pengujian ini kenaikan pH yang di timbulkan sangat bagus, akan tetapi efek yang ditimbulkan dari penambahan zat adiktif ini yaitu kemunduran perkembangbiakan mikroorganisme didalam limbah mengalami kemunduran. Dimana mikroorganisme di dalam limbah anaerob dapat berkembang biak pada pH 6-9. Sehingga pada ke 6 dan 9 mengalami penurunan pH karena mikroorganime di dalam limbah banyak yang mati karena pH yang melewati batas hidup dari mikroorganime. Namun pH mengalami kenaikan kembali pada saat pH 8,69, dimana dalam pH tersebut mikroorganime kembali berkembang biak.

Pengujian zat adiktif abu boiler mengalami kenaikan dan penurunan dimana penurunan terjadi tepatnya pada hari ke 6 dan ke 15. Hal ini disebabkan karena kandungan abu cangkang sawit dari boiler terdiri dari Silika (SiO_2) 68,82%, Alumina (Al_2O_3) 3,08%, Kalsium (Ca) 6,95%, dan Magnesit (MgO) 4,35% dan beberapa unsur *trace element* lainnya (Haspiadi, 2011). Dimana dari kandungan tersebut logam kalsium lebih sedikit dibandingkan silika yang menyebabkan terhambatnya perkembangbiakan dari mikroorganime.

4.2.2 Pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap VFA berdasarkan variasi waktu.

Data penelitian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan zat adiktif kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap VFA dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap VFA berdasarkan variasi waktu.

Gambar 4.11 menunjukkan perbandingan pengaruh antara zat adiktif kulit telur, soda dan abu boiler. Pada pengujian zat adiktif kulit telur pada hari ke 3, 6, 9, 12 dan 15 yaitu 883,71; 741,88; 610,96; 578,23; dan 512,77, pada pengujian zat adiktif soda yaitu 1025,54; 960,08; 900,07; 829,16; dan 790,97, sedangkan pada pengujian zat adiktif abu boiler yaitu 927,35; 856,43; 829,16; 796,43; dan 665,51.

Pengujian pengaruh zat adiktif kulit telur terhadap VFA berdasarkan variasi waktu 3, 6, 9, 12 dan 15 hari mempunyai efek pada kadar VFA di dalam limbah. Efek yang ditimbulkan dari zat adiktif kulit telur terhadap limbah terjadi penurunan kadar VFA. Penurunan kadar VFA yang terjadi berbanding lurus dengan waktu, dimana semakin lama zat adiktif kulit telur bereaksi dengan limbah semakin rendah kadar VFA yang dihasilkan. Menurut (Daengprok ,2002) Komponen utama dari cangkang telur adalah kalsium karbonat, kalsium sulfat dan kalsium fosfat dan magnesium dan bahan organik lainnya. Kandungan logam seperti Na, K, Mn, Fe, Cu, Sr juga ada dalam cangkang telur. Penurunan kadar VFA pada limbah yang disebabkan oleh senyawa kalsium karbonat (CaCO_3) didalam zat adiktif. Menurut (Dian dkk, 2014)

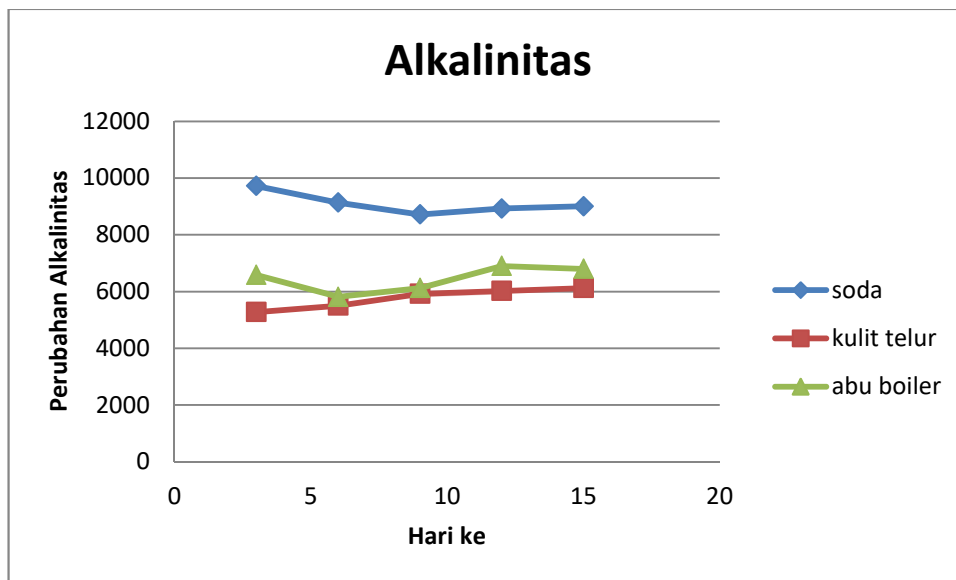
Salah satu sifat kimia dari kalsium karbonat yaitu dapat menetralisasi asam. Kalsium karbonat berupa serbuk, putih, tidak berbau, tidak berasa, stabil di udara. Praktis tidak larut dalam air, kelarutan dalam air meningkat dengan adanya sedikit garam amonium atau karbon dioksida larut dalam asam nitrat dengan membentuk gelembung gas. Sifat-sifat tersebut dapat dinyatakan bahwa kandungan kalsium di dalam zat adiktif kulit telur dapat menyerap kadar VFA tanpa mempengaruhi proses hidrolisis yang dilakukan oleh mikroorganisme. Selain itu kandungan magnesium juga mempengaruhi perubahan dari VFA. Magnesium juga termasuk kedalam logam yang dapat menurunkan kadar VFA khususnya dalam bentuk zat magnesium karbonat ($MgCO_3$).

Pengujian pengaruh zat adiktif soda juga mengalami penurunan kadar VFA untuk setiap harinya. Penurunan tersebut tidak sepengaruh dari kulit telur, dikarenakan dalam soda hanya mengandung Na_2CO_3 . Kandungan natrium karbonat dalam soda juga mempengaruhi penurunan dari VFA karena logam Na termasuk dalam batuan beku. Unsur-unsur yang mempengaruhi VFA yaitu Ca, Mg, Na, K, Si, Ba dan beberapa unsur *trace element*. (Menurut Nakano dkk, 2003) Komponen utama dari cangkang telur adalah kalsium karbonat (94%), bahan organik (4%) kalsium fosfat 1% dan magnesium karbonat (1%). Menurut (Ziku dkk, 2009) Karena struktur pori intrinsiknya di dalam kalsifikasi cangkang, kandungan $CaCO_3$ yang tinggi sangat memungkinkan terdapat katalis heterogen yang aktif dari kulit telur.

Pengujian zat adiktif abu boiler kadar VFA di dalam limbah mengalami penurunan. Penurunan VFA yang terjadi pada zat adiktif ini lebih baik dari pada zat adiktif soda namun penurunan VFA paling baik terjadi pada zat adiktif kulit telur. Penurunan VFA pada zat adiktif abu boiler disebabkan karena kandungan unsur-unsur di dalamnya. Menurut (Haspiadi, 2011) Silika (SiO_2) 68,82%, Alumina (Al_2O_3) 3,08%, Kalsium (Ca) 6,95%, dan Magnesit (MgO) 4,35% dan beberapa unsur *trace element* lainnya. Kandungan logam pembentuk zat kapur pada abu boiler lebih sedikit dibandingkan kulit telur dan lebih banyak dari pada soda. Sehingga kadar VFA pada abu boiler lebih tinggi dari pada kulit telur dan lebih rendah dari pada soda.

4.2.3 Pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap Alkalinitas berdasarkan variasi waktu.

Data penelitian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan zat adiktif kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap Alkalinitas dapat dilihat pada gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.12 Pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler terhadap Alkalinitas berdasarkan variasi waktu.

Gambar 4.12 menunjukkan perbandingan pengaruh antara zat adiktif kulit telur, soda dan abu boiler. Pada pengujian zat adiktif kulit telur pada hari ke 3, 6, 9, 12 dan 15 yaitu 5277,25; 5538,50; 5956,50; 6061,00; dan 6165,50, pada pengujian zat adiktif soda yaitu 9718,50; 9614,00; 8778,00; 9013,12; dan 9065,37, sedangkan pada pengujian zat adiktif abu boiler yaitu 6531,25; 5812,8; 6162,50; 6949,25; dan 6844,75.

Pengujian pengaruh zat adiktif kulit telur terhadap Alkalinitas berdasarkan variasi waktu 3, 6, 9, 12 dan 15 hari mempunyai efek dalam perubahan kadar alkalinitas pada limbah. Dimana efek yang terjadi pada perubahan alkalinitas yaitu mengalami kenaikan untuk setiap harinya. Kenaikan alkalinitas pada limbah

berbanding lurus dengan pH yang disebabkan oleh zat adiktif kulit telur. Kenaikan tersebut dipengaruhi oleh proses penyerapan zat kalsium karbonat (alkali kuat) yang terdapat dalam kulit telur dan proses metabolisme dari mikroorganisme. Pada pH yang ditimbulkan oleh zat adiktif kulit telur masih dalam standar hidup dari mikroorganisme maka kenaikan alkalinitas yang terjadi berbanding lurus dengan pH. Menurut (Gita dkk, 2015) Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8 hingga 7,8. Selain itu, alkalinitas juga mempengaruhi pengolahan zat-zat kimia dan biologi serta dibutuhkan sebagai nutrisi bagi mikroba. Menurut (Giovanni, 2017) Keberadaan CaCO_3 sangat terbatas pada lingkungan, dimana CaCO_3 dapat dijumpai dalam bentuk batuan, karang, alga korailin dan juga cangkang. CaCO_3 sangat mudah bereaksi untuk membentuk HCO_3^- dan Ca^{2+} , sehingga organisme dalam limbah dapat berkembang biak dengan baik.

Pengujian pengaruh zat adiktif soda mengalami penurunan kadar alkalinitas untuk setiap harinya. Pengujian hari pertama kadar alkalinitas pada limbah mengalami kenaikan tertinggi dibandingkan dengan kulit telur dan abu boiler. Namun pada pengujian kedua dan seterusnya kadar alkalinitas pada limbah semakin menurun dari pengujian pertama. Kenaikan alkalinitas pada hari pertama disebabkan karena kandungan Na_2CO_3 dalam soda yang sangat tinggi sehingga alkalinitas pada limbah semakin meningkat. Hal ini dibuktikan dari kenaikan pH yang sangat tinggi pada pengujian pertama pada zat adiktif soda. Namun pada hari ke 6 dan 9 kadar alkalinitas semakin menurun. Penurunan tersebut disebabkan mikroorganisme didalam limbah yang banyak berkurang, dimana mikroorganisme dapat hidup pada pH 6-9. Namun pada pengujian pada hari ke 12 dan 15 kadar alkalinitas kembali meningkat seiring dengan kenaikan pH.

Pengujian zat adiktif abu boiler kadar Alkalinitas di dalam limbah mengalami kenaikan pada hari pertama pengujian dan mengalami penurunan pada hari ke 6 dan ke 15. Hal ini sesuai dengan kenaikan dan penurunan pH pada limbah, dimana alkalinitas berbanding lurus pada dengan pH.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi, pH mengalami kenaikan maksimum pada kolam mixing terjadi pada konsentrasi 3 g/200ml mencapai pH 7,49 dari pH 6,03 , sedangkan pada kolam anaerob kenaikan maksimum terjadi pada konsentrasi 4 g/200ml mencapai 8,25 dari pH 7,24. VFA mengalami penurunan maksimum pada kolam mixing sebesar 1870,62 mg/L dari 3034 mg/L dan kolam anaerob sebesar 410 mg/L dari 568,87 mg/L pada konsentrasi yang sama yaitu 4 g/200ml. Alkalinitas mengalami kenaikan maksimum pada kolam mixing sebesar 2922,95 mg/L dari 1819,95 mg/L dan kolam anaerob sebesar 5790,75 mg/L dari 5184,10 mg/L pada konsentrasi yang sama yaitu 4 g/200 ml
2. Pada pengujian pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu juga mempunyai efek terhadap limbah. Dimana dari ketiga zat adiktif tersebut soda lebih dominan untuk meningkatkan pH limbah hingga mencapai pH 9,18 namun berefek juga dengan matinya mikroorganisme didalam limbah karena melebihi batas hidup dari 6-9. Untuk parameter VFA kulit telur lebih dominan menurunkan VFA hingga mencapai 512,77 mg/L dibandingkan dengan soda dan abu boiler. Sedangkan Alkalinitas dari ketiga zat adiktif tersebut berbanding lurus dengan pH yang ditimbulkan dari ketiga zat tersebut.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka saran yang di dapatkan :

1. Perlu pengujian COD dan BOD pada pengaruh yang ditimbulkan dari zat adiktif kulit telur, soda dan abu boiler.
2. Perlu pengukuran suhu yang disebabkan dari zat adiktif kulit telur, soda dan abu boiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad,R.,2004.,Kimia Lingkungan. ANDI,Yogyakarta.
- Astra Agro Lestari.1997. Brevet Dasar-1 Pabrik Kelapa Sawit
- Balaz, M., 2014..*Eggshell Membrane Biomaterial As A Platform For Applications In Materials Science*, Acta Biomaterialia.
- Basset.,1983. *Vogel's Text Book Of Quantitative Inorganic Analisis 4th Ed.*Longman Inc,London..
- British Standard., 2006., Concrete-Complementary British Standard To BS EN 206-01 Part 1: Method Of Specifying And Guidance For The Specifier.*
- Buyukkamici,N Dan Filibeli,A, 2004.*Volatile Fatty Acids Anerobic Hbrid Reactor. Journal Proses Biochemistry.*
- Deublein, D. and Steinhauser, A. 2008. *Biogas from waste and renewable resources: An introduction.*Wiley-V CH, Weinheim, Germany.
- Daengprok,W., W. Garnjanagoonchorn., Y. Mine., 2002. *Fermented pork sausage fortified with commercial or hen eggshell calcium lactate. Journal Meat Science.*
- Dian,S.A., Auilia,F., dan Dewi,P.,2014. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Pengadsorpsi Logam Merkuri Di Sungai Kapuas Kalimantan Barat. Dalam Soine, T.O and C.O Wilson. 1961.
- Giovanni.A.,2017.*A pronounced fall in the CaCO₃ saturation state and the total alkalinity of the surface ocean during the Mid Mesozoic. The address for the corresponding author was captured as affiliation for all authors. Please check if appropriate. Chemge. Journal Chemical Geology.*
- Gita,A.,S., Adrianto,A., dan Sri Rezeki,M. ,2015. Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap pH, Alkalinitas dan Asam Volatil Pada Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Bioreaktor Hibrid Anaerob Dua Tahap. Jurnal Teknik Lingkungan,Universitas Riau.

- Harjadi, W., 1990. Ilmu Kimia Analitik Dasar. Gramedia, Jakarta.
- Haspiadi., 2011., Pemanfaatan Limbah Padat Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Pada Unit Boiler Sebagai Bahan Pembuatan Eternit.: Bristand Industri, Samarinda.
<https://flesiyohana.wordpress.com/2012/03/18/titrasi>.
<http://jupiter.plymouth.edu/~wwf/distillation.htmL>. .
<https://matafajar.wordpress.com/komoditi/arang-cangkang-sawit/>
<https://shabrinafara.wordpress.com/2018/03/28/tips-memutihkan-gigi-secara-alami-yuk-simak-penjelasan/>
<http://www.sooperboy.com/sooper-hot/usir-kecoa-hingga-tikus-hanya-dengan-kulit-telur-tahukah-anda-jika-cangkang-telur-dapat-menjadi-senj.html>
- Khopkar, S., M., 1990. Konsep Dasar Kimia Analitik. UI Press, Jakarta.
- KEMENKKRI/N0 187 TAHUN 2016/penetapan standar kompetensi kerja nasional katagori pengadaan air, pengolahan samah dan daur ulang pembuangan dan pembersihan limbah dan sampah pengolongan pokok limbah bidang pengolahan limbah.
- KEMENNLH/KEPNo51/MENLH/10/1995. Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Komemoto, K., Lim, Y, G., Niwa, C., dan Toda, T., 2009. *Effect Of Temperature On VFA'S And Biogas Production In Anerobic Solubilization Of Food Waste. Journal Waste Management.*
- Liu, H., Wang, J., Liu, X., Fu, B., Chen, J., Yu, H.-Q., 2011. *Acidogenic fermentation of proteinaceous sewage sludge: effect of pH. Journal Water Research.*
- Lutfi, I Nasution. 1997. Pengaturan Penguasaan Penggunaan Tanah dalam Upaya Pengendalian Fungsi Lahan Tanah Pertanian Sawah Beririgasi dan Mmempertahankan Swasembada Beras. Seminar Nasional Studi Kebijakan Tata Ruang dan Pertanahan. Yogyakarta.
- Metcalf dan Eddy., 2003. *Wastewater Engginerring Treatment And Reuse 4th Edition. Journal Mcgraw Hill.*

- Muhammad,N.,2014.Analisis Pemanfaatan Limbah Cair Industry Kelapa Sawit Untuk *Land Application*. Jurnal Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska, Riau.
- Nakano, T., N.I. Ikawa., L. Ozimek., 2003. *Chemical Composition Of Chicken Eggshell And Shell Membranes. Journal Poultry Science.*
- Nursanti,I., Dedik,B., Napoleon,A., Dan Yakup,P.,2013. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Kolam Sekunder Anaerob Sekunder I Menjadi Pupuk Organik Melalui Pemberian Zeolit. Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Batanghari,Jambi.
- Panagiotou E, Kafa. N., Koutsokeras. L., Kouis. P., Nikolaou. P., Constantinides.G., Vyrides .I., 2018. *Turning calcined waste egg shells and wastewater to Brushite: Phosphorus adsorption from aqua media and anaerobic sludge leach water, Journal of Cleaner Production*
- Pujo,S.S.,2015. Sistem Sirkulasi Lindi Pada Digester Anaerobik Untuk Produksi Biogas Dari Limbah Sayuran.*skripsi*.Institut Pertanian Bogor,Bogor.
- Purwanti., Shinta, E., dan Ario, S., 2014. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan *Typhalatifolia*. Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Riau,Riau.
- Quina, M.J., Soares, M.A. and Quinta-Ferreira, R., 2016. *Applications of industrial egg shell as a valuable anthropogenic resource. Resour. Journal Conserv. Recycle.*
- Rahayu,A.S., Dhiah, K., Hari, Y., Ira, T., Shinta, M., Rahardo, S., Sutanto, H., dan Vidia, P., 2015.Konversi POME Menjadi Biogas. Jurnal winrock international,Amerika serikat.
- Sastrojamidjojo.H.,2008. Kimia Dasar. Yudhistira,Jakarta.
- Shintawati., Udin,H., dan Agus,H., 2017. Karakteristik Pengolahan Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Dalam Bioreaktor Cigar Semi Kontinu.Jurnal Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung.

- Slamanto. Proses-Industri-Soda-Abu.Wordpress.Com /2011/12/27.
- Schaafsma,M., Beukering,P., Usup, A., dan Embang, M., 2009, Nilai Ekonomi Lahan Gambut di Kalimantan Tengah: Persepsi Masyarakat Terhadap Kegiatan Rehabilitasi dan Revitalisasi Eks PLG Kalimantan Tengah
- Swaroopaa.,R.,M., dan Tejaanvesh.,M., 2015., *Performance Of High-Strenght Concrete Using Palm Oil Fuel Ash As Partial Cement Replacement.Int. Journal Of Engineering Research And Applications.*
- Wijekoon, K, C., Visvanathan, C., dan Abeynayaka, A., 2010. *Effect Of Organic Loading Rate On VFA Production, Organic Matter Removal And Microbial Activity Of A Two-Stage Thermophilic Anaerobic Membrane Bioreactor. Journal Bioresource Technology.*
- Zhang, C., Su, H., Wang, Z., Tan, T., dan Qin, P., 2015. *Biogas By Semicontinuous Anaerobic Digestion Of Food Waste. Journal Applbiochem Biotechnol.*
- Zhou, M., Yan, B., Wong, J.W.C., Zhang, Y., 2017. *Enhanced volatile fatty acids production from anaerobic fermentation of food waste: a mini-review focusing on acidogenic metabolic pathways. Journal Bioresour Technology.*
- Ziku We.,i Chunli Xu., Baoxin Li.,2009. *Application Of Waste Eggshell As Low-Cost Solid Catalyst For Biodiesel Production. Journal Bioresource Technology.*
- Zulfikar,A.P.,2016. Pengaruh *Organic Loading Rate* Terhadap Penyisihan Bahan Organik Dengan Media Arang Tempurung Kelapa (Cocos Nucifera) Pada Reaktor Anaerobik Kontinyu.*Skripsi.Universitas Airlangga,Surabaya.*

Lampiran 1 : Data Hasil Penelitian Awal

Konsentrasi $H_2SO_4 = 0,1103 N$ Konsentrasi NaOH = $0,1025 N$

1. Kolam anaerob

No	Hasil	Percobaan I					Percobaan II					Percobaan III				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1	pH	7,24	7,39	7,69	7,86	8,25	7,24	7,37	7,68	7,86	8,26	7,24	7,41	7,71	7,87	8,24
2	mL NaOH	11,1	9,4	8,8	8,5	8										
3	mL H_2SO_4	9,4	9,8	9,95	10,2	10,6	9,4	9,7	9,9	10,15	10,5	9,4	9,6	9,85	10,25	10,4

2. Kolam mixing

No	Hasil	Percobaan I					Percobaan II					Percobaan III				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1	pH	6,03	6,56	7,16	7,49	7,08	6,03	6,58	7,18	7,50	7,11	6,03	6,54	7,14	7,48	7,06
2	mL NaOH	59,2	51	46,5	39	36,5										
3	mL H_2SO_4	3,3	3,85	4,15	4,85	5,3	3,3	3,9	4,2	4,8	5,4	3,3	3,8	4,25	4,75	5,2

3. Data hasil uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu pada kolam anaerob

Konsentrasi H_2SO_4 pada hari ke 3 = 0,1045 N

Konsentrasi H_2SO_4 pada hari ke 6-15 = 0,1092 N

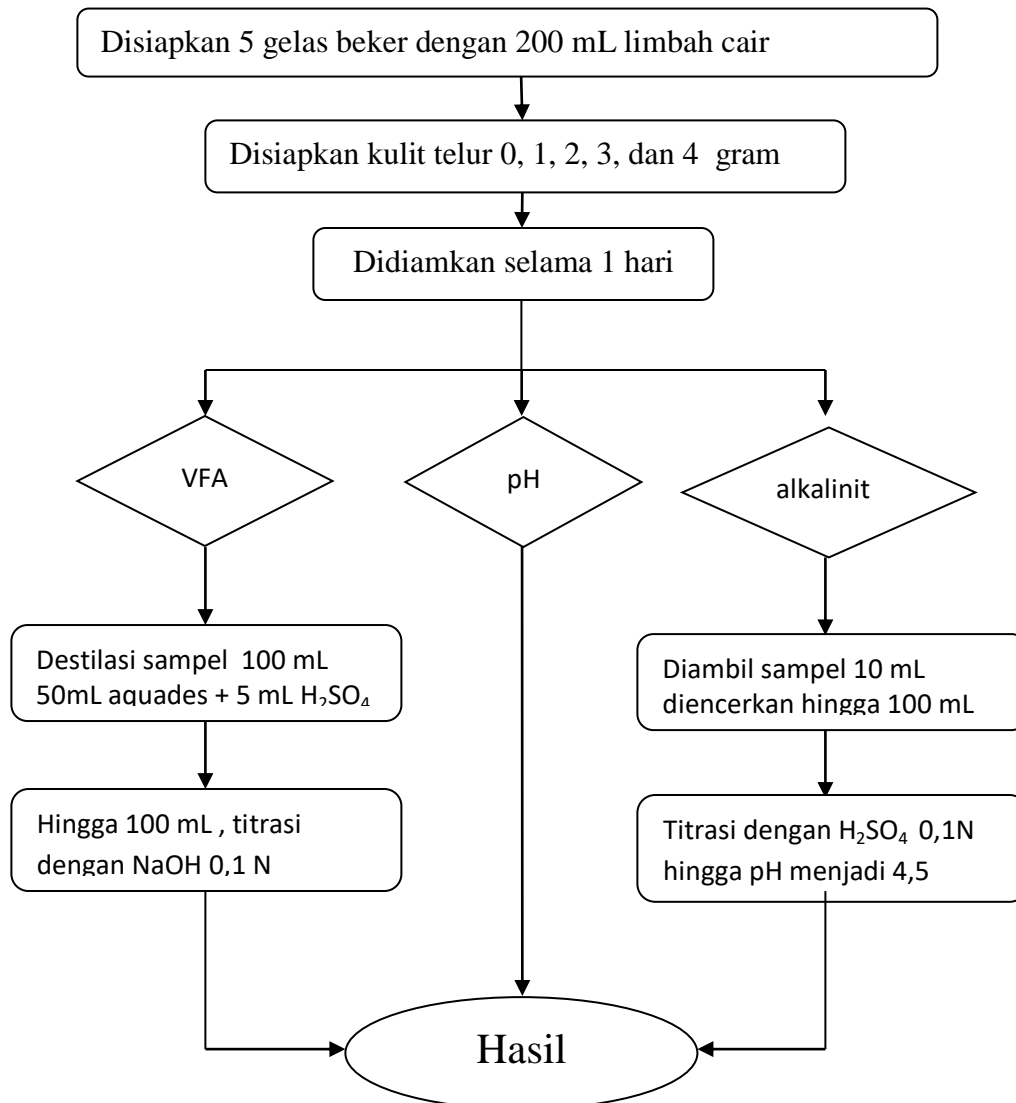
Konsentrasi NaOH pada hari ke 3 = 0,1091 N

Konsentrasi NaOH pada hari ke 6-15 = 0,1038 N

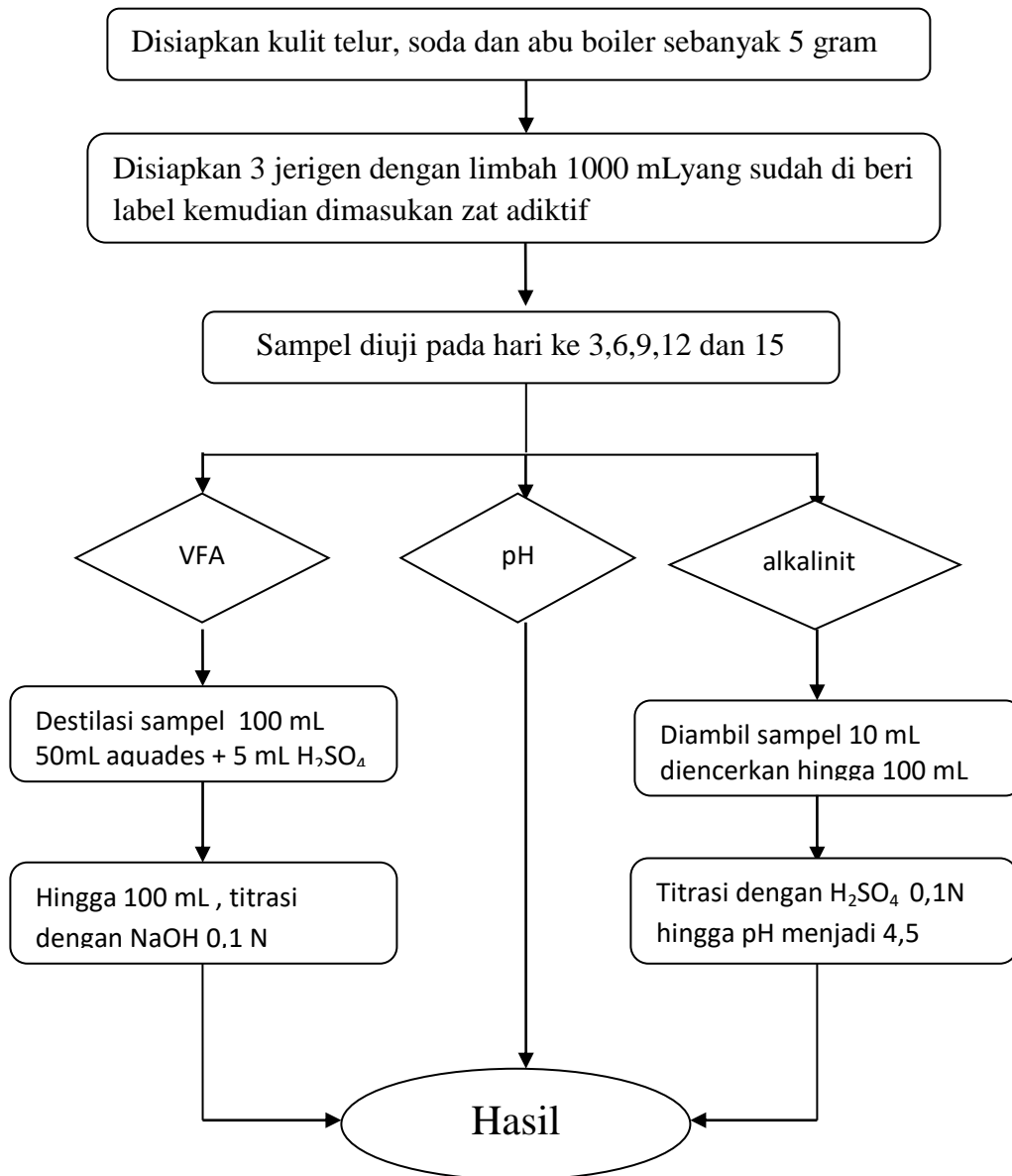
No	Parameter	Sampel (5g/1000ml)	Percobaan I HARI KE-					Percobaan II HARI KE-					Percobaan III HARI KE-					
			3	6	9	12	15	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15	
1	pH	Soda	9.18	9.11	8.69	9.05	9.09	9.17	9.10	8.69	9.07	9.08	9.19	9.13	8.69	9.03	9.10	
		Kulit telur	7.90	7.98	8.22	8.39	8.67	7.93	7.95	8.26	8.34	8.70	7.93	7.98	8.24	8.35	8.67	
		Abu boiler	8.10	8.01	8.06	8.44	8.38	8.11	8.01	8.06	8.45	8.36	8.09	8.01	8.06	8.40	8.37	
2	mL NaOH	Soda	18,8	17,6	16,5	15,2	14,5											
		Kulit telur	16,2	13,6	11,2	10,6	9,4											
		Abu boiler	17	15,7	15,2	14,6	12,2											
3	mL H_2SO_4	Soda	18,6	18,4	16,9	17,15	17,35	18,5	18,4	16,9	17,2	17,3	18,7	18,4	16,6	17,25	17,4	
		Kulit telur	10,1	10,7	11,3	11,6	11,8	10	10,,7	11,6	11,6	11,7	10,2	10,4	11,3	11,6	11,9	
		Abu boiler	12,5	11	12,1	13,3	13	12,3	11,3	11,6	13,4	13	12,8	11,3	11,7	13,2	13,3	

Lampiran 2 : Grafik Prosedur Kerja

1. Uji pengaruh zat adiktif kulit telur berdasarkan variasi konsentrasi



2. Uji pengaruh zat adiktif dengan perbandingan kulit telur, soda, dan abu boiler berdasarkan variasi waktu.



Lampiran 3 :Dokumentasi Penelitian



Pengadukan Sampel



pH Meter



Sampel Variasi Konsentrasi



Destilasi VFA



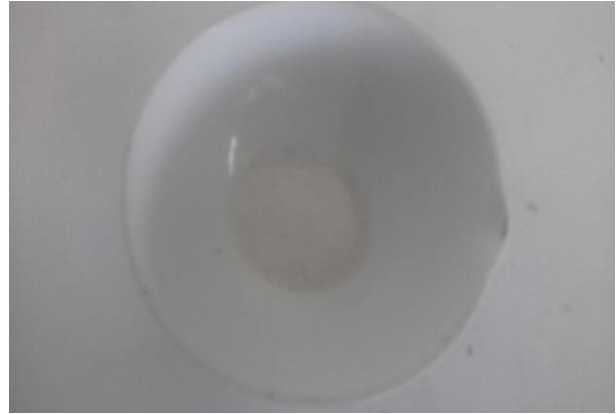
Sampel Variasi Waktu



Titrasi



Zat Adiktif Soda



Zat Adiktif Kulit Telur



Zat Adiktif Abu Boiler



Alat Pengambil Sampel Limbah



Kolam Anaerob



Laboratorium Analisis

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Biodata Pribadi

Nama : Yulianto
Tempat, Tgl. Lahir : Bukit Harapan, 17 juli 1995
Agama : Islam
Alamat : Darussalam
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status : Mahasiswa/Belum Menikah
Tinggi, Berat Badan : 162 cm, 54 kg
No. Hp : 0815 3406 0767
Email : yuliantone@gmail.com
Nomor Induk Mahasiswa : 140704023
IPK : 3,25
Semester : 8 (Delapan)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Hoby : Olahraga
Keahlian Komputer : MS Word, MS Excel, MS Power point, MS SPSS dan Internet

B. Riwayat Pendidikan

Lulus SDN 1 SKPE SP 1 Panjahitan - (2002-2008)
Lulus SMPN 2 Gunung Meriah - (2008-2011)
Lulus SMAN 1 Gunung Meriah - (2011-2014)
S1 Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi (2014-Sekarang)

Banda Aceh, 7 Juli 2018
Penulis,

Yulianto
NIM. 140704023