

# Alternatif Anoda Limbah Kulit Udang dan Cangkang Telur

Dharma Abiyyu Allam\*<sup>1</sup>, Siti Miftachul Jannah<sup>2</sup>, Lilis Nur Fitriani<sup>3</sup>  
Universitas Brawijaya, Indonesia

## INFO ARTIKEL

### Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/10721>

### DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v2i2.10721>

### Data Artikel:

Diterima:

04 Januari 2021

Direview:

03 Februari 2021

Direvisi :

17 Februari 2021

Disetujui :

31 Maret 2021

### Korespondensi:

[dharnaabi60@gmail.com](mailto:dharnaabi60@gmail.com)

## ABSTRAK

Indonesia mengalami kesulitan mencapai target pembangunan energi karena pemanfaatan potensi terbarukan belum berjalan sesuai dengan rencana. Tingginya konsumsi energi fosil belum dapat diimbangi dengan penemuan energi cadangan baru. Selain mengalami penurunan produksi energi fosil semenjak 1990-an, status sebagai negara pengimpor juga membuat ketahanan energi minyak nasional berada pada posisi rentan. Kondisi ini akan sangat berpengaruh terhadap implementasi point ke-7 pada Sustainable Development Goals (SDGs), yakni energi bersih dan terjangkau, serta dapat menghambat perwujudan target pada 2030. Disisi lain, kulit udang dan cangkang telur merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal di masyarakat, padahal keduanya memiliki kandungan yang sangat potensial yakni CaCO<sub>3</sub> (kalsium karbonat). Berdasarkan data yang kami peroleh, limbah udang mengandung protein kasar sekitar 25-40%, kalsium karbonat 45-50% dan kitin 15-20%. Sedangkan cangkang telur memiliki komposisi mineral, dan tersusun atas kristal CaCO<sub>3</sub> (98,41%), MgCO<sub>3</sub> (0,84%) dan Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (0,75%). Setelah pereaksian sederhana antara CaCO<sub>3</sub> dengan H<sub>2</sub>O, terjadi reaksi kimia berupa elektron akan mengalir dari baterai menuju kabel atau kutub negatif ke kutub positif. Hasil yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif dari tegangan yang ditampilkan dan dilakukan uji konduksi listrik dengan intensitas tertinggi dengan hasil terbaik adalah kombinasi 6 gram cangkang telur dan 2 gram cangkang udang dengan output 1,3 Volt. Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah cangkang udang dan cangkang telur berpotensi besar untuk menggantikan batere Anoda sebagai energi terbarukan.

**Kata Kunci:** Baterai, Kulit Telur, Kulit Udang, SDGs, Energi Terbarukan

## ABSTRACT

*Indonesia is facing problems in achieving its energy development targets. The high consumption of fossil energy is much higher than the discovery of new energy reserves. The decline of fossil energy production since the 1990s and its status as an importing country have made national oil energy security vulnerable. This condition will significantly affect the implementation of point 7 on the Sustainable Development Goals (SDGs) in providing clean and affordable energy, and may hinder the target in 2030. On the other hand, shrimp shells and eggshells have not been utilized optimally in the community considering both have CaCO<sub>3</sub> (calcium carbonate). Based on our data, shrimp waste contains about 25-40% crude protein, 45-50% calcium carbonate, and 15-20% chitin. Meanwhile, eggshells have a mineral composition and are composed of crystals of CaCO<sub>3</sub> (98.41%), MgCO<sub>3</sub> (0.84%), and Ca<sub>3</sub> (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (0.75%). In this research, a simple reaction between CaCO<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>O will be carried out leading to a chemical reaction in which electrons will flow from the battery to the cable or negative pole to the positive pole. The electrical conduction test was carried out with the highest intensity, with the best results being a combination of 6-gram eggshells and 2-gram shrimp shells with an output of 1.3 volts and the resulting High-Intensity Light. This research shows that the waste of shrimp and eggshells has great potential to replace Anode batteries as renewable energy.*

**Keywords:** Battery, Eggshell, Shrimp Shell, SDGs, Renewable Energy

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia hingga saat ini masih menghadapi persoalan dalam mencapai target pembangunan energi. Upaya dalam memaksimalkan pemanfaatan potensi terbarukan belum berjalan sesuai dengan perencanaan. Tingginya konsumsi energi fosil belum dapat diimbangi dengan penemuan

cadangan baru [1]. Energi fosil telah menunjukkan kedigdayaannya dan membuat masyarakat selalu terbius untuk mengkonsumsi. Sedangkan bila dicermati, Indonesia telah mengalami tren penurunan produksi yang menurun semenjak paruh akhir dekade 1990-an [2]. Belum lagi status sebagai negara pengimpor membuat ketahanan energi minyak nasional berada pada posisi rendah ketiga serta termasuk kelompok sangat rentan [3].

Komoditas udang termasuk sepuluh komoditas unggulan ekspor Indonesia dan menyumbang sebesar 1,06% devisa negara di tahun 2015 sampai dengan tahun 2016 [4]. Hal ini menunjukkan bahwa komoditas udang memiliki pertumbuhan yang positif di subsektor perikanan. Udang termasuk komoditas unggulan ekspor non migas serta subsektor perikanan Indonesia. Sejak tahun 1987, Indonesia telah menjadi salah satu pemasok terpenting udang di dunia, bahkan, kontribusi udang dalam perolehan devisa Indonesia tergolong cukup besar [5]. Limbah kulit udang merupakan hasil samping yang dibuang industri pengolahan udang beku [6]. Limbah kulit udang yang digunakan yaitu kulit, kepala, dan bagian yang tidak dimanfaatkan. Kulit udang berasal dari salah satu golongan hewan crustacea yang mengandung konstituen utama yang terdiri kalsium karbonat (45%-50%), protein (25%-40%), dan kitin (15%-20%) [7]. Selain itu, kitin pada kulit udang dapat dimodifikasi struktur kitin dilakukan dengan basa kuat Natrium hidroksida (proses deasetilasi) menghasilkan turunannya yaitu biopolimer  $\beta(1,4)$ -2-amino-2-deoksi-D-glukosa yang disebut khitosan. Setelah berupa khitosan, dapat berfungsi sebagai pengkhalat untuk logam-logam berat dari larutan, sekaligus sebagai penukar ion [8].

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) tahun 2015, konsumsi telur per kapita dapat mencapai sekitar 112 butir telur ayam per tahun. Pada tahun 2017 terdapat sekitar 67.851.944 KK di Indonesia, maka konsumsi telur di Indonesia dapat mencapai sekitar 7,6 miliar butir dalam setahun [9]. Hal tersebut menunjukkan bahwa akan terdapat cukup banyak limbah dari cangkang telur yang terdapat di Indonesia setiap tahunnya [10]. Limbah cangkang telur merupakan limbah rumah tangga yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Pada umumnya cangkang telur hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kerajinan tangan [11].

Setiap tahunnya riset mengenai energi baru terbarukan (EBT) yang telah didanai program intesif kementerian riset dan teknologi terus mengalami penurunan. Tentu dengan keterbatasan anggaran saat ini, maka kewajiban untuk menumbuhkan gerakan riset energi terbarukan bukan hanya menjadi tugas pemerintah saja, melainkan menjadi tanggung jawab bagi semua pihak yang memiliki kepentingan seirama [12]. Peningkatan pertumbuhan kegiatan riset tentunya akan mempengaruhi pada dinamika publikasi ilmiah yang mampu dikreasikan [13]. Berawal dari permasalahan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebuah inovasi baru untuk riset energi baru terbarukan yaitu dengan memanfaatkan limbah sebagai kutub negatif (anoda) pada baterai. Limbah kulit udang dan limbah cangkang telur yang dapat dijadikan sebagai baterai Foster yang ramah lingkungan serta mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) [14]. Sehingga dapat mengurangi limbah limbah kulit udang dan limbah cangkang telur serta sekaligus dapat menambah nilai ekonomis dari limbah kulit udang dan limbah cangkang telur tersebut [15].

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan yakni pada bulan Maret hingga Juni 2020. Adapun tempat penelitian, yakni tempat persiapan bahan, pembuatan baterai, serta pengujian sampel, dilakukan di Laboratorium Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

### **2.2 Alat dan Bahan**

#### **2.2.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: pisau, gunting, spatula, gelas beker, pipet, mortar, pembakar spirtus, batang pengaduk, kawat kasa, kaki tiga, rangkaian lampu, dan voltmeter.

### 2.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: cangkang telur seberat 24 gram, kulit udang seberat 24 gram, air dengan volume 180 mili liter, baterai bekas sebanyak 3 buah, dan busa berpori.

### 2.3 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian dan pembuatan Alternatif anoda baterai sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Pembersihan dan penghalusan bahan yaitu cangkang telur dan kulit udang.
3. Penyaringan cangkang telur dan kulit udang yang telah dihaluskan dengan menggunakan saringan santan.
4. Pengukusan cangkang telur kulit udang yang telah dihaluskan di atas air yang mendidih.
5. Pembongkaran baterai bekas dan mengganti anoda atau kutub negatif dengan cangkang telur dan kulit udang yang telah dihaluskan selanjutnya direaksikan dengan uap air.
6. Penyusunan baterai kembali.
7. Pengujian baterai pada rangkaian listrik yang telah disediakan dengan media lampu dan *voltmeter*.
8. Analisa data.

### 2.4 Cara Kerja

#### 2.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yaitu meliputi: cangkang telur seberat 24 gram, kulit udang seberat 24 gram, air dengan volume 180 mili liter, baterai bekas sebanyak 3 buah, busa berpori, pisau, gunting, spatula, gelas beker, pipet, mortar, pembakar spirtus, batang pengaduk, kawat kasa, kaki tiga, rangkaian lampu, dan voltmeter.



Gambar 1. Alat dan Bahan Penelitian

#### 2.4.2 Pembersihan dan Penghalusan Cangkang Telur dan Kulit Udang

Cangkang telur dan kulit udang dibersihkan menggunakan air hingga bersih untuk menghilangkan bau amis. Setelah proses pembersihan, cangkang telur dan kulit udang dihaluskan dengan menggunakan mortar.



Gambar 2. Pembersihan dan Penghalusan Bahan

#### 2.4.3 Penyaringan Cangkang Telur dan Kulit Udang

Cangkang telur dan kulit udang yang telah halus kemudian dilakukan penyaringan menggunakan saringan santan. Hal ini bertujuan agar cangkang telur dan kulit udang yang belum halus bisa tersaring dan menjadi partikel yang lebih kecil.



Gambar 3. Penyaringan Bahan

#### 2.4.4 Pengukusan Cangkang Telur dan Kulit Udang

Cangkang telur dan kulit udang yang telah melalui tahap penyaringan, akan melalui tahap pengukusan di atas air yang mendidih. Hal ini bertujuan agar kalsium yang terdapat pada cangkang telur dan kulit udang yang elektron valensinya kecil dapat dilepaskan kapan saja. Selain itu, kalsium juga merupakan salah satu unsur dalam deret volta yang mudah teroksidasi.



Gambar 4. Pengukusan Bahan

#### 2.4.5 Pembongkaran Baterai Bekas Dan Penggantian Anoda

Pembongkaran baterai bekas dan penggantian anoda atau kutub negatif dengan cangkang telur dan kulit udang yang telah dihaluskan, dilakukan dengan mereaksikannya bersama uap air. Siapkan baterai bekas kemudian bongkar baterai bekas dan keluarkan elektroda. Masukkan cangkang telur dan kulit udang yang telah dihaluskan, selanjutnya direaksikan dengan uap air sebagai pengganti anoda atau kutub negatifnya.



Gambar 5. Pembongkaran Baterai

#### 2.4.6 Penyusunan Baterai

Penyusunan baterai dilakukan dengan mengisinya dengan cangkang telur dan kulit udang di bagian anoda atau kutub negatifnya dirangkai kembali seperti semula. Penyusunan baterai dilakukan dengan satu faktor yakni bahan dan 2 jenis komposisi bahan tersebut adalah cangkang telur dan kulit udang; 1:1, 3:1, 1:3. Total pada percobaan sebanyak 3 perlakuan.

Tabel 1. Rancangan Percobaan dalam Perbandingan

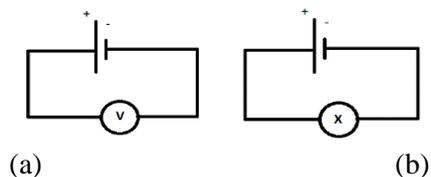
Kategori	Cangkang Telur	Kulit Udang
A	1	1
B	3	1
C	1	3



Gambar 6. Penyusunan Baterai

**2.4.7 Pengujian Baterai Pada Rangkaian Listrik Yang Telah Disediakan Media Lampu**

Pengujian dilakukan di Laboratorium Elektronika untuk mengetahui daya listrik dan tegangan dalam baterai. Media lampu dibutuhkan untuk mengetahui apakah lampu bisa menyala dengan terang atau redup. Pengujian dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Pada metode kuantitatif dilakukan pengujian tegangan yang dihasilkan oleh baterai dengan menggunakan voltmeter. Sementara pada metode kualitatif, dilakukan pengujian dengan menggunakan lampu dan indikator redup terang nyala lampu tersebut.



Gambar 1. Rangkaian Pengujian Baterai  
 (a) Pengujian dengan Voltmeter; (b) Pengujian dengan Lampu



Gambar 7. Pengujian Baterai dengan Lampu

**2.4.8 Analisis Data**

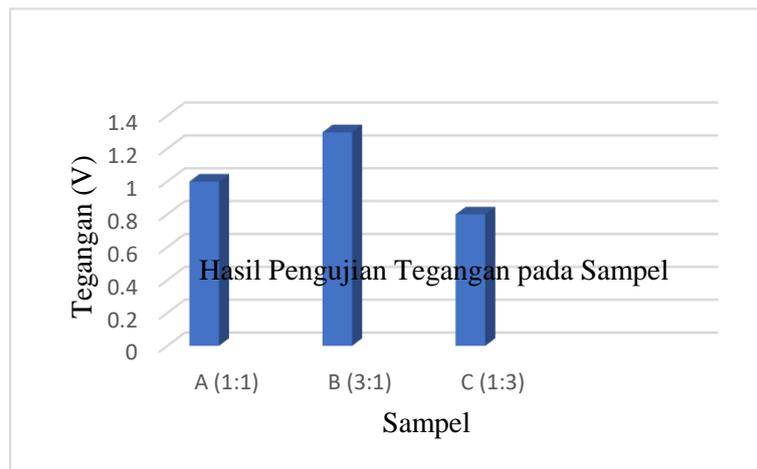
Analisis data digunakan untuk mengetahui nilai efektifitas dari Baterai limbah kulit udang dan cangkang telur yang telah dilakukan pengujian. Analisis data dilakukan dengan membahas data hasil penelitian yang telah diperoleh dan dibandingkan dengan studi literatur yang telah dikumpulkan

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Data Hasil Penelitian**

Tabel 2. Data Hasil Penelitian

Sampel	Cangkang telur (gram)	Kulit udang (gram)	Air (ml)	Tegangan yang Dihasilk-an (Volt)	Nyala Lampu yang Dihasilkan	Hasil
A	4	4	60	1,0	Terang	√
B	6	2	60	1,3	Terang	√
C	2	6	60	0,8	Redup	-

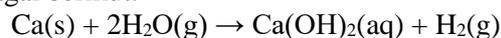


Gambar 8. Hasil Pengujian Tegangan pada Sampel

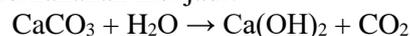
Berdasarkan data hasil penelitian yang telah diperoleh, dapat diketahui bahwa hasil dari percobaan dan pengujian baterai memiliki hasil yang beragam. Pada sampel A, yakni baterai yang menggunakan perbandingan antara cangkang telur dan kulit udang sebesar 1:1, sebanyak masing-masing 4 gram bahan. Secara kuantitatif, sampel A menghasilkan tegangan sebesar 1,0 volt. Sementara secara kualitatif, sampel A mampu menyalakan lampu dengan terang. Pada sampel B, yakni baterai yang menggunakan perbandingan antara cangkang telur dan kulit udang sebesar 3:1, sebanyak 6 gram cangkang telur dan 2 gram kulit udang. Secara kuantitatif, sampel B menghasilkan tegangan sebesar 1,3 volt. Sementara secara kualitatif, sampel B mampu menyalakan lampu dengan terang. Pada sampel C, yakni baterai yang menggunakan perbandingan antara cangkang telur dan kulit udang sebesar 1:3, sebanyak 2 gram cangkang telur dan 6 gram kulit udang. Secara kuantitatif, sampel C menghasilkan tegangan sebesar 0,8 volt. Sementara secara kualitatif, sampel C mampu menyalakan lampu dengan redup.

### 3.2 Pembahasan

Berdasarkan kajian pustaka, dapat diketahui bahwa limbah cangkang telur dan kulit udang dapat dijadikan sebagai pengganti anoda pada baterai karena mengandung kalsium yang elektron valensinya kecil sehingga dapat dilepaskan kapan saja. Selain itu, kalsium juga merupakan salah satu unsur dalam deret volta yang mudah teroksidasi. Jika kalsium direaksikan dengan H<sub>2</sub>O (air) akan mengalami reaksi kimia sebagai berikut:



Baterai cangkang telur dan kulit udang terdiri dari suatu silinder seng yang berisi pasta campuran dari CaCO<sub>3</sub> yang telah direaksikan dengan uap air. Pasta itu sendiri berfungsi sebagai oksidator. Reaksi rumit tersebut di sederhanakan menjadi:



Kecepatan dari proses ini mengontrol seberapa banyak elektron yang dapat mengalir diantara kedua kutub. Elektron mengalir dari baterai ke kabel dan tentunya bergerak dari kutub negatif ke kutub positif, tempat dimana reaksi kimia tersebut sedang berlangsung. Hal ini lah yang disebut dengan tegangan (*voltase*) dan dapat menghasilkan arus listrik. Kemudian berdasarkan rancangan percobaan, terdapat 3 jenis komposisi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menguji efektifitas tiap komposisi. Adapun komposisi yang digunakan adalah perbandingan berat cangkang telur dan kulit udang sebagai pengganti anoda.

Berdasarkan rekapitulasi hasil penelitian yang telah dilakukan (tabel 4.1), dapat diketahui bahwa dari ketiga perlakuan, yaitu sampel A,B, dan C, yang paling optimal adalah sampel B. Sampel B menghasilkan tegangan sebesar 1,3 volt dengan nyala lampu yang terang. Hasil ini paling optimal dibandingkan dengan sampel A dan C. Hal tersebut disebabkan karena jumlah

CaCO<sub>3</sub> dan gas H<sub>2</sub> yang dihasilkan lebih banyak, sehingga nyala lampu menjadi lebih terang. Sementara pada sampel A dan C, jumlah CaCO<sub>3</sub> dan gas H<sub>2</sub> yang dihasilkan lebih sedikit.

#### **4. KESIMPULAN**

##### **4.1 Simpulan**

Berdasarkan kajian pustaka dan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Formulasi limbah cangkang telur dan kulit udang yang sesuai digunakan untuk pengganti anoda terhadap tegangan baterai adalah 3:1. Formulasi terbukti lebih optimal dibandingkan formulasi lain yang telah diuji dalam penelitian ini.
2. Limbah cangkang telur dan kulit udang pada baterai memiliki karakteristik yang sangat baik dan dapat digunakan sebagai pengganti anoda terhadap tegangan baterai. baterai juga terbukti efektif sebagai pengganti baterai konvensional. Hal ini dikarenakan baterai dapat menghasilkan tegangan sebesar 1,3 volt, hanya selisih 0,2 volt daripada baterai konvensional dan sifat baterai yang ramah lingkungan.

##### **4.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, adapun terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian ini, sebagai berikut:

1. Pengujian baterai dapat menggunakan komposisi atau formulasi yang lebih banyak, sehingga dapat diketahui nilai maksimal dari efektifitas dan keoptimalan baterai.
2. Dapat bekerjasama dengan pemerintah atau instansi terkait untuk program pendanaan, sehingga implementasi baterai juga dapat dirasakan oleh masyarakat.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Himawanto. 2016. Produktivitas Peneliti Indonesia di Riset Energy Internasional (Kajian Jurnal Science Direct). *Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, dan Kearsipan Khizanah Al-Hikmah*. 4, (1) : 1-23.
- [2] Putra D.R, Yoegiantoro D, Thamrin S. 2020. Kebijakan Ketahanan Energi Berbasis Energi Listrik Pada Bidang Transportasi Guna Mendukung Pertahanan Negara Di Indonesia: Sebuah Kerangka Konseptual. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*. 7(3): 658-672.
- [3] Nugroho, Andry Satrio. 2015. Analisis Ketahanan Minyak di 15 Negara Pengimpor Minyak Tahun 2010. *Bina Ekonomi*. 19(1): 71-89.
- [4] Yusuf R, Rosyidah L, Zamroni A, Apriliansi T. 2020. Rantai Pasok Dan Sistem Logistik Udang Vaname Di Kabupaten Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan* 6(1): 23-35.
- [5] Kurniawati, Lestari. 2017. Kebijakan Dana Ketahanan Energi Sebagai Upaya Mewujudkan Ketahanan Energi Nasional: Konsep Dan Tantangannya. *Jurnal Manajemen Keuangan Publik* 1(1): 29-41.
- [6] Hermanto S.E.M.P, Nengseh K.N.A. 2020. Pemanfaatan Limbah Udang (Kepala dan Kulit Udang) Sebagai Bubuk Kaldu Pengganti Msg Di Desa Medalem. *Jurnal Abadimas Adi Buana* 3(2): 7-10.
- [7] Iyan, Sari A.D. 2020. Pengoptimalan Nilai Guna Limbah Kulit Udang. *Barometer: Jurnal Ilmu dan Aplikasi Teknik* 5(1): 224-226.
- [8] Meicahayanti I, Marwah, Setiawan Y. 2018. Efektifitas Kitosan Limbah Kulit Udang Dan Alum Sebagai Koagulan Dalam Penurunan Tss Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Chemurgy* 2(1): 1-5.
- [9] Anton, Taufik E, Wulandari Z. 2020. Studi Residu Antibiotika dan Kualitas Mikrobiologi Telur Ayam Konsumsi yang Beredar di Kota Administrasi Jakarta Timur. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Perternakan* 8(3): 151-159.

- [10] Putri, T. Rahayu. 2018. Eksplorasi Kadar Kalsium (Ca) Dalam Limbah Cangkang Kulit Telur Bebek dan Burung Puyuh Menggunakan Metode Titrasi dan Asam. *Al-Kimiya*. 5(2) : 74-77.
- [11] Irna I, Sanuriza, Risfianty D, K. 2020. Limbah Cangkang Telur Ayam Ras (*Gallus Domesticus*) Sebagai Bahan Pupuk Untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia* 8(2): 67-73.
- [12] Oktarina S.D, Nurkhoiry R, Nasution M.N, Rahutomo S. 2019. Riset Pasar Biodiesel B20 Di Indonesia: Evaluasi Terhadap Produk Dan Kesadaran Konsumen Market. *Analisis Kebijakan Pertanian* 17(2): 79-93
- [13] Salam R, Akhyar M , Tayeb A.M , Niswaty R. 2017. Peningkatan Kualitas Publikasi Ilmiah Mahasiswa dalam Menunjang Daya Saing Perguruan Tinggi. *Jurnal Office* 3(1): 61-66.
- [14] Putri Y.P, Fitriyanti R, Emilia I. 2019. Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Udang Putih (*Penaeus merguensis*) sebagai Kontribusi Perhitungan Ocean Health Index (OHI). *Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam* 8(2): 58-69.
- [15] Rahmadina, Tambunan E.P.S. 2017. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur, Kulit Bawang Dan Daun Kering Melalui Proses Sains Dan Teknologi Sebagai Alternatif Penghasil Produk Yang Ramah Lingkungan. *Klorofil* 1(1): 48-55.