

“*BIO-BATTERY*”: PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK SEBAGAI
SUMBER ENERGI LISTRIK ALTERNATIF DALAM UPAYA
MENDUKUNG PEMERATAAN PEMBANGUNAN DI MALUKU
BERBASIS *RENEWABLE ENERGY*



Disusun Oleh:

Kaswan Harusia

UNIVERSITAS PATTIMURA

AMBON

2021

Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang banyak dibutuhkan dalam segala aspek kehidupan. Semakin meningkatnya populasi manusia akan semakin banyak kebutuhan yang harus dipenuhi terutama kebutuhan akan energi listrik. Berdasarkan tingkat konsumsi listrik di beberapa sektor di Indonesia diantaranya sektor industri konsumsi listrik lebih dari 25%, di bidang transportasi mencapai 32% sementara disektor rumah tangga meningkat hingga 40% (Aflah, 2019). Sementara di beberapa daerah di Maluku masih ada yang belum terjangkau aliran listrik. Setidaknya ada beberapa sebab yang mempengaruhi ketersediaan listrik di Maluku, diantaranya adalah pembangunan yang belum merata, ketersediaan energi primer, harga bahan bakar yang tidak selalu konstan, teknologi dan pengaruh budaya masyarakat serta medan yang dilalui cukup sulit dijangkau.

Disisi lain permasalahan sampah masih menjadi masalah mendasar yang sampai hari ini masih terus dicari penanganannya. Sampah memiliki potensi yang cukup besar dalam menghasilkan masalah bagi kesehatan dan merusak lingkungan. Seiring peningkatan jumlah penduduk serta aktifitas masyarakat yang beragam volume timbunan dan komposisi sampah juga ikut bertambah. Berdasarkan sumber data media online dari Kompas.com volume sampah di kota Ambon setiap harinya terus bertambah hingga mencapai 162,5 ton. Menurut data Instalasi Pembuangan Sampah Terpadu (IPST) Toisapu. Jumlah ini diperkirakan akan bertambah jika tidak ada penanganan serius dan berimplikasi pada lingkungan. Sementara menurut berita yang dirilis oleh Beritabeta.com (2019) Dinas Lingkungan Hidup dan Persampahan (DLHP), kota Ambon jumlah sampah yang tertangani mencapai 268,57 ton setiap hari. Belum termasuk sampah yang tidak tertangani.

Untuk dapat mengatasi masalah tersebut salah satu solusinya adalah mengurangi kapasitas dan volume sampah dengan memanfaatkan sampah sebagai bahan baku pembangkit energi listrik. Sampah dapat diolah menjadi energi listrik karena dalam sampah mengandung kadar air yang cukup tinggi, khususnya sampah organik. Sampah organik memiliki komposisi berupa air, asam dan basa sebagai penghasil energi sel, yang dalam kondisi tertentu bahan kimia tersebut bertindak sebagai elektrolit. Penulisan karya ilmiah ini bertujuan untuk menguraikan solusi pengolahan sampah menjadi energi listrik sebagai energi terbarukan yang penulis

rampung dalam satu gagasan yang berjudul “*Bio-Battery*”: **Pemanfaatan Sampah Organik Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Dalam Upaya Mendukung Pemerataan Pembangunan di Maluku Berbasis *Renewable Energy*.**

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diangkat dalam karya tulis ilmiah ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana memanfaatkan sampah menjadi sumber energi listrik alternatif?
- 2) Apa dampak dari inovasi *Bio-Battery* terhadap permasalahan sampah dan pembangunan?
- 3) Siapa saja yang terlibat dalam mengimplementasikan *Bio-Battery* tersebut?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian karya ilmiah ini adalah:

- 1) Merancang sumber energi listrik *Bio-Battery* terbarukan yang ramah lingkungan
- 2) Memberikan solusi alternatif pengolahan sampah yang lebih efisien
- 3) Melatih dan mengembangkan keilmuan penulis dalam gagasan ilmiah

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian karya ilmiah ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagi penulis memberi motivasi untuk mengembangkan keilmuan dan menuangkannya ke dalam gagasan-gagasan ilmiah.
- 2) Bagi para akademisi karya ini memberi informasi tentang pemanfaatan sampah sebagai sumber energi.
- 3) Bagi pemerintah dan masyarakat membantu memberi solusi dalam menangani sampah yang terus meningkat dan sekaligus solusi atas pemerataan energi listrik.

Tinjauan pustaka

Sampah

Sampah merupakan material sisa dalam bentuk padat dari hasil akhir suatu proses. Sampah mendapat perhatian khusus dari berbagai kalangan karena keberadaannya mengganggu kesehatan dan mencemari lingkungan. Sesuai dengan undang-undang No. 18 Tahun 2008 tentang pengolahan sampah, dengan jelas pada pasal 4 dikatakan “pengolahan sampah bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikannya sebagai sumber daya. Berdasarkan sifat kimianya, sampah dibedakan menjadi tiga jenis yaitu; (Dwi, 2014)

1. Sampah organik yaitu sampah yang terdiri dari bahan-bahan penyusun tumbuhan dan hewan yang berasal dari alam.
2. Sampah anorganik yaitu sampah yang berasal dari sumber daya alam yang tak terbaharui seperti mineral dan minyak bumi atau dari proses industri. Sebagian zat anorganik secara keseluruhan tidak dapat diuraikan oleh alam, sedangkan sebagian yang lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang sangat lama. Sampah jenis ini pada tingkat rumah tangga, misalnya berupa botol, botol plastik, tas, dan kaleng. Kondisi penimbunan sampah seperti terlihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Kondisi penimbunan sampah di ITPS Toisapu Kota Ambon

Berdasarkan sifat fisiknya, sampah dibagi menjadi dua jenis yaitu:

- 1) Sampah basah yaitu sampah yang terdiri dari sampah organik yang memiliki bahan yang mudah membusuk.

- 2) Sampah kering adalah sampah, yang tersusun dari bahan organik dan bahan anorganik, sifatnya lambat atau tidak membusuk dan dapat dibakar.

Menurut Edi Sukardi dan Tanudi (dalam Monice, 2016) jenis sampah dapat digolongkan sebagai berikut: dilihat dari zat-zat yang terkandung di dalamnya yaitu sampah organik (sisa sayur, sisa buah) dan sampah nonorganik (kaca, plastik). Sumber sampah-sampah rumah tangga (sisa makanan), sampah industri (limbah industri), dan sampah makhluk hidup (tinja). Sifat sampah beraneka ragam tergantung jenisnya antara lain yaitu: Sampah lapuk (sisa makanan), sampah tak mudah lapuk (kayu, kaleng) yang terdiri dari sampah lapuk yang muda terbakar (kayu, kertas), sampah lapuk yang sulit terbakar (besi, kaleng) dan sampah sulit lapuk (plastik, kaca).

Enri Damanhuri (dalam Monice, 2016) menggolongkan sampah dalam 4 (empat) kelompok antara lain meliputi:

- 1) *Human Excreta*, Merupakan bahan buangan yang keluar dari tubuh manusia, meliputi tinja (*feaces*) dan air kencing (*urine*).
- 2) *Sewage*, merupakan air limbah yang dibuang oleh pabrik maupun rumah tangga contohnya adalah air bekas cucian yang masih mengandung deterjen.
- 3) *Refuse*, merupakan buangan dari hasil industri atau sisa proses sampingan kegiatan rumah tangga. *Refuse* dalam kehidupan sehari-hari disebut sampah contoh: panci bekas, kertas bekas pembungkus bumbu dapur, sendok kayu yang sudah tidak terpakai lagi dan dibuang, sisa sayuran, nasi basi, daun-daun tanaman dan masih banyak lagi.
- 4) *Industrial waste*, merupakan bahan-bahan buangan dari sisa-sisa proses industri.

Jenis sampah yang berbeda-beda juga memberikan komposisi yang berbeda pada sampah itu sendiri. Menurut Samsimar (2018) Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh BPTT komposisi sampah organik bervariasi antara 70 – 80%, nilai kalor sampah bervariasi antara 1000 – 2000 Kkal/kg dan kadar air antara 50 – 70%. Pada tabel 1.1 ditunjukkan komposisi secara umum karakteristik sampah yang ada di Indonesia.

Tabel 1.1. Karakteristik dan komposisi sampah kota rata-rata di Indonesia

No	Komponen	Persen (%)	Kadar air (%)	Nilai Kalor (Kkal/kg)
1	Organik	73,98	47,08	674,57
2	Kertas	10,18	4,79	235,55
3	Kaca	1,75	-	-
4	Plastik	7,86	2,28	555,46
5	Logam	2,04	-	-
6	Kayu	0,98	0,32	38,28
7	Kain	1,57	0,63	42,64
8	Karet	0,55	0,002	7,46
9	Baterai	0,29	-	-
10	Lain-lain	0,86	-	-
	Total	100	55,3	1553,96

Sumber Jurnal: Samsimar (2018)

Komposisi rata-rata dari sampah organik yang besar itu sangat potensial untuk diolah menjadi sumber energi listrik bio-baterai yang ramah lingkungan.

Bio-Baterai (*Bio-Battery*)

Bio-Baterai adalah sebuah baterai yang memiliki komposisi bahan dari limbah organik dengan kandungan air yang cukup tinggi berkisar antara 85 - 90% pada limbah buah dan sayur. Fadilah (2018). Sampah atau limbah organik dari buah dan sayur memiliki kandungan yang sangat tinggi berupa asam askorbat, asam sitrat, dan juga Nikotinamida Adenosin Dinukleotida Hydrogen atau NADH yang berfungsi sebagai penghasil energi sel dan dalam keadaan tertentu bisa menjadi elektrolit yang dapat menghantarkan listrik.

Baterai sendiri adalah alat elektro kimia yang berfungsi untuk menyimpan tenaga listrik dalam bentuk tenaga kimia. Tenaga listrik yang tersimpan akan dialirkan lagi untuk memberikan arus listrik pada lampu. Kontruksi baterai terdiri dari kotak baterai yang didalamnya terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan elektroda negatif (Marsudi, M.T, 2013).

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja atau *single use* dan baterai yang dapat diisi ulang atau *rechargeable*. Baik baterai primer maupun baterai sekunder, keduanya bersifat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai hanya bisa dipakai sekali, karena menggunakan reaksi kimia yang bersifat tidak bisa dibalik *irreversible reaction*. Sedangkan

baterai sekunder dapat diisi ulang karena reaksi kimianya bersifat bisa dibalik *reversible reaction*.

Pada baterai primer atau baterai kering yang biasa digunakan, elektroda terdiri dari batang karbon positif pada pusat sel dan bejana seng negatif dengan elektrolit jeli ammonium klorida. Potensial sel kira-kira 1,5 volt. Selama pemakaian, seng secara perlahan-lahan larut ketika arus listrik dihasilkan. Ketika ammonium klorida jenuh, aliran arus listrik berhenti dan sel harus dibuang. Sel seperti itu dikatakan primer atau tidak dapat diisi ulang. Jenis-jenis baterai yang tergolong dalam kategori baterai primer sekali pakai atau *single use* diantaranya adalah baterai zinc carbon, baterai alkaline, baterai lithium atau baterai silver oxide.

Sementara baterai sekunder (*rechargeable*) adalah jenis yang dapat diisi ulang. Pada prinsipnya cara baterai sekunder menghasilkan arus listrik adalah sama dengan baterai primer. Hanya saja, reaksi kimia pada baterai sekunder dapat terbalik (*reversible*). Pada saat baterai digunakan dengan menghubungkan beban pada terminal baterai (*discharge*), elektron akan mengalir dari negatif ke positif. Sedangkan pada saat sumber energi luar dihubungkan ke baterai sekunder, elektron akan mengalir dari positif ke negatif sehingga terjadi pengisian muatan pada baterai. Jenis-jenis baterai yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*) yang sering kita temukan adalah seperti baterai Ni-Cd (Nikel-Cadmium), Ni-MH (Nickel-Metal Hydride) dan Li-Ion (Lithium-Ion).

Sampah Sebagai Bahan Bio-Baterai

Bio-baterai (*Bio-battery*) adalah suatu baterai dengan bahan organik sehingga lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan batu baterai konvensional yang mengandung bahan kimia berbahaya. Menurut Kartawidjaya (2008), prinsip bio-baterai hanya melibatkan transportasi elektron antara dua elektroda yang dipisahkan oleh medium konduktif (elektrolit) dan memberi kekuatan gerak elektro berupa potensial listrik dan arus. Pemanfaatan sampah organik terutama limbah buah dan sayur sebagai bio-baterai dilatar belakangi oleh kandungan dalam buah yang berupa asam askorbat, asam sitrat dan NADH (Nikotinamida Adenosin Dinukleotida Hidrogen) sebagai penghasil energi sel, yang dalam kondisi tertentu bahan kimia tersebut bertindak sebagai elektrolit.

Sayur-sayuran juga mengandung banyak air, asam dan basa. Pada saat terjadi pembusukan pada buah dan sayuran terjadi proses fermentasi. Selama proses ini, buah-buahan dan sayuran menghasilkan asam lebih yang meningkatkan kekuatan elektrolit dalam buah dan sayuran sehingga menjadi lebih reaktif dengan elektroda dan menghasilkan tegangan yang tinggi.

Metode penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa metode diantaranya sebagai berikut:

Metode Sederhana Inovatif

Dengan memahami permasalahan sampah terhadap pengaruh lingkungan dan potensialnya sebagai sumber energi listrik alternatif maka dapat dibuat perencanaan pembuatan *Bio-Battery* dari sampah organik dengan metode pengerjaan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data dan Informasi

Metode yang digunakan dalam penulisan karya ilmiah ini adalah dengan metode dokumenter. Data yang digunakan sebagai penunjang referensi kepustakaan dan berbagai teori pendukung diperoleh dari sumber pustaka seperti buku, media elektronik, dan jurnal ilmiah. Untuk data dan kondisi lapangan dari wilayah Ambon terkait relevansinya dengan kondisi sampah didapat dari pengamatan lapangan dan studi dokumentasi.

2. Metode Analisis Data

Pengolahan data yang terdapat pada karya tulis ilmiah ini menggunakan teknik deskriptif analitik model korelasi. Data yang telah diperoleh kemudian dideskripsikan secara jelas dan rinci pada bagian kajian pustaka. Data disajikan secara konsep dan teori serta berbagai contoh yang mendukung konsep dan teori yang telah diuraikan. Data yang telah dideskripsikan kemudian dianalisis dengan mengkonparasi informasi terkait masalah yang pernah terjadi dan direlasikan dengan konsep dan teori sebelumnya yang akan menghasilkan benang merah dari masalah yang dibahas dalam karya tulis ilmiah ini. Kemudian semua data yang

diperoleh dari sumber dokumentasi maupun pengamatan akan dikorelasikan guna menghasilkan gagasan baru.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian karya ilmiah ini adalah

1) Bahan:

Bahan yang digunakan adalah Sampah organik berupa kulit jeruk dan kulit pisang yang sudah dibuan dan gandaria.

2) Alat:

Batang tembaga sebagai katoda, plat Zn sebagai anoda dan wadah dari barang bekas yang sudah dibuang dan tidak terpakai lagi, multimeter tester sebagai pengukur tegangan yang diperoleh pada pasta elektrolit, lakban sebagai perekat wadah/botol film dan lampu indikator sebagai beban untuk menguji elektrisitas bahan.

Proses pengerjaan

Menyiapkan bahan sampah organik berupa varietas kulit pisang, kulit jeruk dan kulit gandaria kemudian bahan dihaluskan secara merata. Setelah bahan sudah tercampur kemudian dimasukkan ke dalam wadah. Setelah itu bahan dimasukkan dan diukur elektrisitasnya menggunakan multimeter tester dan diaplikasikan pada beban yang telah disediakan.

Prinsip Kerja *Bio-battery*

Bahan yang digunakan dalam penelitian karya ilmiah ini adalah sampah organik yang sudah tidak terpakai lagi berupa buah-buahan. Buah-buahan disini meliputi buah jeruk, gandaria dan pisang dimana pisang yang dipakai adalah pisang Ambon. Berdasarkan penelitian Fitriani (dalam Syifa, 2015) salah satu limbah kulit pisang dibuktikan bahwa limbah kulit pisang dapat menghasilkan listrik karena kandungan mineralnya yang cukup tinggi. Dalam pembuatan *bio-battery* dari bahan sampah organik ini memerlukan sedikitnya 40-65 gram bahan dalam satu wadah selain itu juga ditambahkan dengan air laut (NaCl) sebagai penguat elektrolit. Buah yang dipakai sebagai bahan kemudian digunting kecil-kecil lalu dihaluskan dan

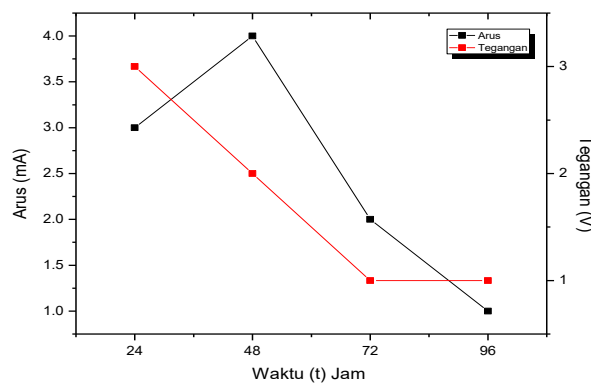
dicampur secara merata untuk dijadikan sebagai pasta dari limbah organik. Setelah itu pasta dimasukkan dalam wadah dimana grafit dan plat Zn (seng) sudah terpasang. Bahan yang sudah halus kemudian dimasukkan ke dalam wadah. Setelah bahan dimasukkan ke dalam wadah kemudian di uji elektrisitasnya menggunakan multimeter tester dari *Bio-battery*. Untuk menguji ketahanan *Bio-Battery* maka perlu kiranya diberikan masa inkubasi untuk menguji seberapa lama *Bio-Battery* ini bisa bertahan berdasarkan hasil uji elektrisitas ditunjukkan pada tabel 1.2 berikut ini.

Tabel 1.2: Hasil Uji Elektritas pada Bio-battery

Waktu Inkubasi	Arus Listrik (mA)	Tegangan (V)	Daya (mW)	Rapat Daya (mW/m^2)
24 Jam	6,2	1,5	9,22	975,92
48 Jam	6,8	1,4	9,52	989,0
72 Jam	5,0	1,3	6,5	675,3
96 Jam	1,5	1,3	1,3	135,0

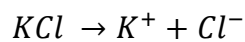
Berdasarkan hasil pengujian elektrisitas bahwa *Bio-Battery* sampah organik dalam tiap-tiap gelas memiliki tegangan bervariasi antara 1,5 – 1,6 Volt dengan kepadatan arus optimum $989,0 mW/m^2$. *Bio-battery* yang dihasilkan memiliki masa inkubasi selama 3-4 hari. Hal ini berdasarkan analisis grafik menggunakan *Origin* bahwa kuat arus listrik mengalami penurunan ketika masa inkubasi berada pada masa 96 jam atau empat hari dimana arus minimum yang dihasilkan 1,5 mA sementara tegangan minimum 1,3 Volt seperti ditunjukkan pada grafik pada gbr. 2.

Gambar.2. Kurva analisis perbandingan arus dan tegangan terhadap waktu



Kurva di atas mengindikasikan hubungan antara kuat arus listrik dan tegangan yang dihasilkan adalah berbanding lurus. Hal ini sesuai dengan bunyi Hukum Ohm dimana kuat arus listrik berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan.

Pada prinsipnya Elektrolit yang dihasilkan yaitu berupa mineral. Potasium atau Kalium (K^+) memiliki kandungan yang tinggi dalam buah pisang dan jeruk sementra gandaria memiliki kandungan asam yang cukup tinggi. Didalam kulit pisang dan jeruk terdapat garam sodium yang mengandung klorida (Cl^-) dalam jumlah sedikit. Reaksi antara kalium klorida dapat menghantarkan listrik karena terionisasi. Reaksi ionisasi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Di dalam pisang dan kulit jeruk juga terdapat Magnesium (Mg) sebesar 15% dan zink (Zn) sebesar 2% (Syifa, 2015). Reaksi antara magnesium dengan klorida menghasilkan elektrolit kuat. Zink (Zn) dapat dijadikan sebagai katoda (kutub positif). Kalium dan klorida dapat bereaksi sehingga menghantarkan listrik karena terionisasi. Tetapi, ada kemungkinan bahwa magnesium dan zink juga memiliki peran dalam menghantarkan listrik dan menyimpan arus listrik searah. Arus listrik dapat mengalir karena terdapat Zink (Zn) yang bertindak sebagai katoda (kutub positif) dan tembaga yang bertindak sebagai anoda (kutub negatif) akan terjadi reaksi ionisasi jika zink dan tembaga bersentuhan dengan pasta sehingga terjadi arus listrik.

Analisis SWOT *Bio-Battery*

Untuk menganalisis kelayakan dari *Bio-Battery* penulis menggunakan analisis SWOT yang meliputi *Strengths* (kekuatan), *Weaknesses* (kelemahan), *Oportunities* (kesempatan), dan *Threats* (ancaman). Metode analisis seperti ini diperlukan sebagai bahan pertimbangan untuk mengembangkan *Bio-Battery* sebagai sumber energi listrik terbarukan dan ramah lingkungan. Berdasarkan analisis SWOT adalah sebagai berikut:

- 1) *Strengths* (kekuatan) dari *Bio-Battery* ini memiliki ketahanan yang hampir sama dengan baterai konvensional pada umumnya yaitu memiliki tegangan antara 1,4 - 1,5 volt selain itu bahannya yang ramah lingkungan tidak akan

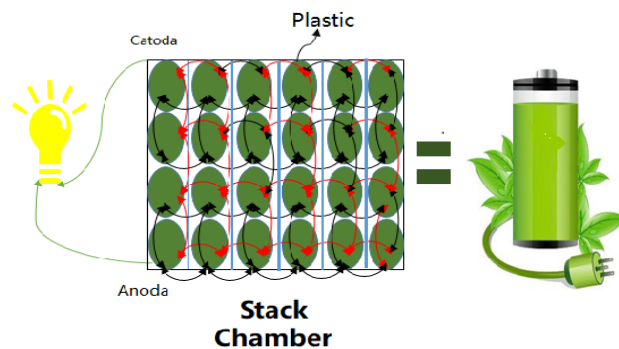
mencemari lingkungan jika masa pemakaian dari *Bio-Battery* ini habis dan bisa didaur ulang menjadi energi bila diperlukan. Hal ini sangat berbeda dengan baterai konvensional pada umumnya yang bahan dasarnya dari bahan-bahan kimia berbahaya.

- 2) *Weaknesses* (kelemahan) dari *bio-battery* ini adalah jangka waktu pemakaian yang pendek tergantung dari kadar kejenuhan kandungan didalamnya. *Bio-Battery* ini bisa bertahan selama 3-4 hari jika dipakai secara terus menerus.
- 3) *Oportunities* (kesempatan) dari *Bio-battery* dapat menjadi sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan jika dikembangkan pada prospek yang lebih besar. Hal ini karena dampak buruk yang dihasilkan dari *Bio-Battery* ini sangat kecil sehingga banyak peneliti yang mulai melirik energi terbarukan dari material organik untuk dijadikan sebagai sumber energi.
- 4) *Threats* (ancaman) adapun ancaman bergantung dari pihak yang berwenang (pemerintah) untuk mengembangkannya menjadi energi yang lebih besar untuk kebutuhan masyarakat luas disisi lain energi fosil dan batubara masih menjadi pasokan utama.

***Bio-Battery* Sebagai Solusi Permasalahan Sampah**

Saat ini telah banyak lembaga bahkan komunitas yang bergerak dalam menangani sampah di Maluku. Namun belum juga memberi dampak signifikan terhadap meningkatnya jumlah sampah. Banyak lembaga yang cenderung “lemah” dalam mengatasi masalah sampah dengan hanya memberi himbauan berupa peringatan “jangan membuang sampah sembarangan”. Hal ini baik namun kurang efektif dan dampaknya tidak signifikan terhadap perilaku masyarakat untuk tidak membuang sampah sembarangan. Olehnya itu pengolahan sampah sebagai sumber energi listrik bisa menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi jumlah sampah. Pengolahan sampah sebagai energi terbarukan dapat mengatasi keterbatasan sumber energi listrik sehingga tidak harus bergantung pada energi fosil dan batubara terutama di daerah pedalaman Maluku yang masih belum terjangkau aliran listrik karena medan yang dilalui sangat sulit akibat dari pembangunan yang belum merata.

Kelebihan *Bio-Battery* dari organik karena ketersediaanya di alam yang melimpah baik sebelum menjadi limbah atau masih menjadi konsumsi masyarakat. Selain itu, pengolahan sampah menjadi energi listrik selain meningkatkan ketahanan energi terbarukan juga memberi dampak positif mengurangi volume sampah. Energi yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan seperti halnya energi yang dihasilkan dari energi fosil dan batubara yang dapat mencemari serta mengakibatkan polusi udara penyebab *global warming* (pemanasan global).



Gambar.3. *Design Stack Camber Bio-battery*

Untuk dapat memberi daya maksimal penulis menggunakan desain Stack Camber Bio-Battery menggunakan rangkaian parallel yang menghubungkan satu bio-battery dengan lainnya. Model yang seperti ini bisa ditempatkan pada setiap rumah atau pada pekarangan sebagai sumber utama lampu taman. Hal ini dapat berguna untuk menghemat daya listrik dari PLN yang berpengaruh pada tagihan listrik.

Pihak-Pihak yang Terlibat Dalam Implementasi *Bio-battery*

Bio-battery merupakan inovasi yang dapat menjawab permasalahan sampah sekaligus meningkatkan ketahanan energi ramah lingkungan (*renewable energy*) dan mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Namun untuk dapat diimplementasikan dalam kehidupan masyarakat. Dibutuhkan pihak-pihak yang mempunyai peran penting dalam mewujudkan *bio-battery* ini. Pihak-pihak yang terlibat dalam implementasi *bio-battery* ini diantaranya dijabarkan dalam tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3 Pihak-pihak yang terlibat dalam program Implementasi Bio-Battery

No	Pihak yang Terlibat	Tugas dan Wewenang
1	Pemerintah Daerah	Membuat kebijakan dan peraturan dalam menjalankan program <i>Bio-Battery</i> sekaligus memberi itervensi dalam pelaksanaan secara intensif kepada PLN dan Dinas Lingkungan Hidup
2	Dinas Lingkungan Hidup	Bekerjasama dengan peerintah daerah untuk merumuskan teknis pelaksanaan program <i>Bio-battery</i>
3	Perusahaan Milik Negara (PLN)	Membantu pemerintah daerah terkait kelayakan sekaligus mengembangkan program <i>Bio-Battery</i> sebagai energi terbarukan

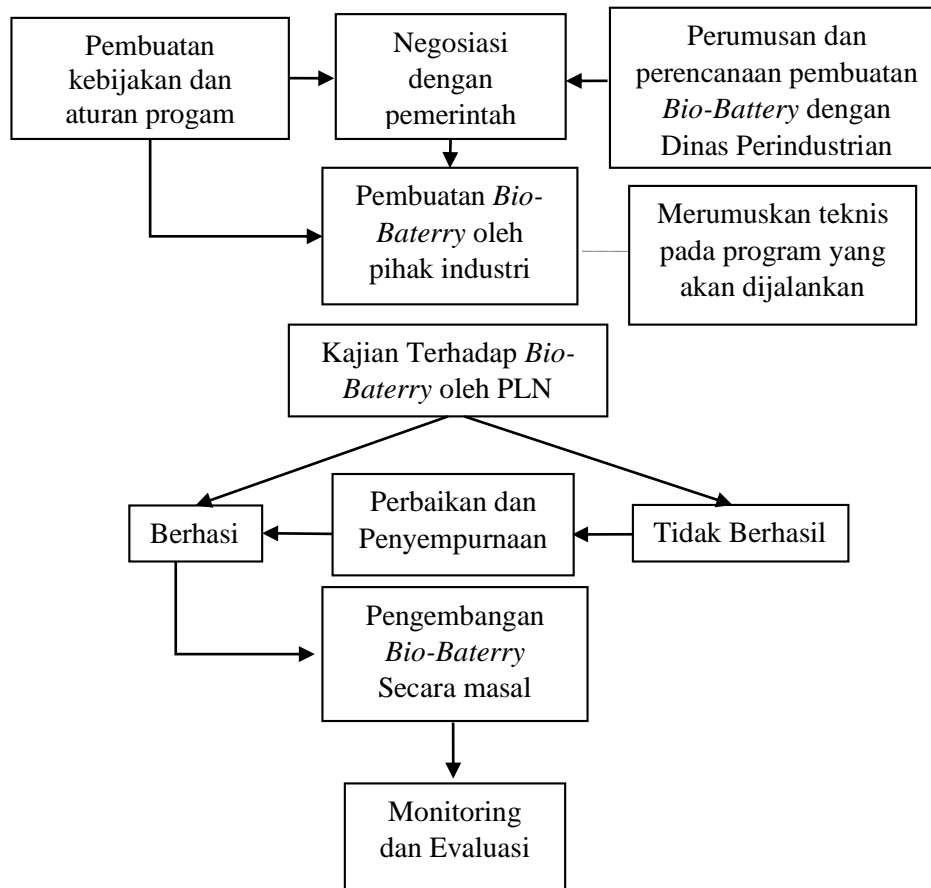
Langkah-Langkah Strategi Implementasi *Bio-Battey*

Pengembangan program *Bio-Battery* hadir sebagai solusi untuk mengatasi volume sampah yang terus meningkat setiap hari dan sekaligus menghadirkan energi terbarukan yang ramah lingkungan (*renewable energy*) sebagai upaya mendukung langkah pemerintah dalam pemerataan pembangunan serta mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil yang diperkirakan akan habis karena ketersediaannya semakin menipis. Oleh karena itu, perlu adanya langkah koordinasi dengan beberapa pihak agar *Bio-Battery* dapat diimplementasikan. Berikut arah koordinasi dan langkah strategi yang dapat dicapai dalam mengimplementasikan *Bio-Battery*. Ditunjukkan dalam tabel 1.4.

Tabel 1.4 Arah koordinasi dan langkah strategi *Bio-Battery*

No	Arah Koordinsi	Langkah Strategi
1	Koordinasi dengan Pihak Industri	Melakukan negosiasi dan perencanaan pembuatan <i>Bio-Battery</i> sekaligus memberi intervensi dalam pelaksanaan program
2	Koordinasi dengan Pihak PLN	Untuk melakukan kajian terhadap estimasi dan kelayakan penggunaan <i>Bio-Battery</i> sebagai pengembangan energi terbarukan.
3	Koordinasi dengan pemerintah Daerah	Melakukan perumusan teknis terkait perumusan <i>Bio-Battery</i>

Beberapa koordinasi di atas penulis menggambarkan langkah-langkah strategi secara sistematis dalam sketsa *maps* untuk mengimplementasikan *Bio-Battery*. Langkah-langkah strategi *Bio-Battery* digambarkan dalam gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Langkah-langkah strategi *Bio-Battery*

Kesimpulan dan Rekomendasi

Dari hasil pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pemanfaatan sampah sebagai sumber energi listrik dapat mengurangi kapasitas dan volume sampah sekaligus dapat mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan batubara sebagai sumber energi yang ketersediaannya terus menipis.
- 2) *Bio-battery* berbahan dasar sampah organik dapat menjadi solusi alternatif sebagai langkah pengolahan sampah dan meningkatkan ketahanan energi serta menunjang keterbatasan energi listrik di Maluku yang ramah lingkungan.

Diperlukan adanya kerjasama yang terintegrasi secara fungsional antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, akademisi serta masyarakat dalam mengembangkan *Bio-Battery* sebagai upaya mengurangi volume dan memanfaatkan sampah sebagai sumber energi terbarukan (*renewable energi*).

Referensi

- Alfah, F. dkk. 2019. *Pemanfaatan sedimen bakau sebagai bahan baku pengembangan teknologi pembangkit listrik ramah lingkungan dengan sistem pengendalian berbasis Internet of Things (IoT)*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Faruq, I. B. 2019. *Studi Limbah Kota Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Sampah. (PLTSa) Kota Singkawang*. Program studi Elektro. Universtas Tanjungpura
- Monice. Perinov. 2016. *Analisis Sampah Sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Di Pekan Baru*. SainETIK. Vol 1 No. 1:9-16
- Dwi wahyu purwaningsih. 2014. *Pengolahan sampah di Kota Ternate Provinsi Maluku Utara*. diakses pada: Portal UGM http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/70655 [internet][12 Februari 2020].
- Samsinar, R. dan Anwar, K. 2018. *Studi perencanaan pembangkit listrik tenaga sampah kapasitas 115 KW (studi kasus Kota Tegal)*. Jurnal Elektum vol.15 no.2
- Munzir Qadri. Dwi Adi Rahmat. 2017. *Perencanaan pembangkit listrik tenaga sampah kapasitas 1000 watt*.
- Beritabeta. 2019. Dalam sehari jumlah sampah di kota Ambon mencapai 268 ton. <https://beritabeta.com/news/amboina/dalam-sehari-jumlah-sampah-di-kota-ambon-capai-268-ton/> [internet][14 februari 2020].
- Winanti, W. S. 2018. *Pembangkit Tenaga Sampah (PLTSa)*. Prosiding. Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan hidup. Jakarta.
- Alam, N. E. 2018. *Bio-Baterai dari limbah buah dan sayuran: Alternatif energi ramah lingkungan*. <https://warstek.com/2018/07/05/biobaterai-2/> [internet][16 February 2020].
- Fadila, S. dkk. 2015. *Pembuatan biomaterial dari limbah kulit pisang (musa paradisiaca)*. prosiding symposium nasional dan pembelajaran sains, Bandung. Indonesia.
- [www.elektronika.com/pengertian baterai daan jenis-jenis baterai](http://www.elektronika.com/pengertian-baterai-dan-jenis-jenis-baterai) [internet][29 Februari 2020]
- Atina, 2015. *tegangan dan Kuat Arus Listrik dari sifat asam Buah*. volume: 2(2) 28-42.

Lampiran



Gambar 1. Bahan-bahan



Gambar.2 Memotong kecil bahan



Gambar 3. Menghaluskan bahan



Gambar 4. Pastikan bahan tercampur



Gambar 5. Bio-battery



Gambar 6. Beban berupa lampu LED dapat menyala