

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG UDANG LAUT DAN SELADA
(*Lactuca sativa*) LAUT ENERGI TERBARUKAN BIOGAS YANG
INOVATIF, EFEKTIF DAN RAMAH LINGKUNGAN**

Oleh: Ni Putu Nia Natalia, Sari Yuliana, Putu Intan Widiantari

Guru Pembimbing: A.A. Dalem Mahendra

SMA Negeri 5 Denpasar

Email Ketua: Mangari1982@gmail.com

ABSTRAK

Masyarakat kini telah menyadari bahwa bahan bakar minyak yang berasal dari fosil keberadaannya semakin mengkhawatirkan. Maka dari itu para pengamat lingkungan menghimbau agar seluruh masyarakat tetap berhati-hati mengeksploitasi sumber-sumber daya alam yang berbahan fosil tersebut. Memahami permasalahan seperti itu maka sebagai generasi muda hendaknya merasa mempunyai kewajiban untuk mengembangkan diri agar dapat memproduksi bahan bakar sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil. Salah satu yang dapat dikembangkan adalah “Biogas” yang bahan-bahannya berasal dari campuran limbah cangkang udang laut dan limbah selada laut. Tujuan dari penelitian ilmiah ini adalah untuk mengetahui gerakan generasi muda dalam menciptakan dan mengembangkan biogas berbahan campuran limbah cangkang udang laut dan limbah selada laut. Metoda penelitian yaitu literatur dan eksperimen. Hasil penelitian: 1) Hasil dari penelitian pada karya tulis ilmiah ini antara lain: (1) Mengungkap permasalahan tentang limbah cangkang udang laut dan selada laut untuk dapat dijadikan bahan bakar alami biogas yang inovatif, efektif dan ramah lingkungan. (2) Memaparkan permasalahan tentang keefektivitasan biogas yang alami dan ramah lingkungan dari campuran cangkang udang laut dan selada laut. Kesimpulannya adalah campuran cangkang udang dan limbah selada laut dapat diolah untuk dipergunakan sebagai bahan bakar Biogas pengganti energi fosil serta efektif dalam menopang kebutuhan energi masyarakat

Kata Kunci: Biogas, Udang laut, Selada Laut, Energi terbarukan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sumber energi fosil sebagai minyak bumi dan batubara yang kini telah mengalami krisis. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006, Tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya alam yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak tersebut. Energi terbarukan dalam bentuk biogas merupakan salah satu sasaran yang dikembangkan dalam mengatasi krisis energi fosil tersebut.

Biogas adalah bahan bakar dari sumber daya alam hayati. Bahan bakar biogas saat ini telah menjadi pilihan untuk dipergunakan sebagai sumber energi pengganti minyak bumi. Bahan bakar biogas berperan penting dalam menganekaragamkan penggunaan energi dan memberikan sumbangan terhadap peningkatan ketahanan energi. Berdasarkan laporan *International Energy Agency (IEA)* diprediksi bahwa pada tahun 2050 bahan bakar biogas dapat menurunkan kebutuhan bahan bakar minyak bumi sebanyak 20- 40% (Azahari, 2008).

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerob atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya: kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga) atau sampah-sampah *biodegradable* dalam kondisi anaerob. Biogas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerob sangat populer digunakan untuk mengolah limbah *biodegradable* karena bahan bakar dapat dihasilkan sambil mengurai dan sekaligus mengurangi limbah buangan. Metana dalam biogas bila terbakar akan relatif lebih bersih daripada batu bara dan menghasilkan energi lebih besar dengan emisi karbondioksida yang lebih sedikit. Pemanfaatan biogas memegang peranan penting dalam manajemen limbah karena metana merupakan gas rumah kaca yang lebih berbahaya dalam pemanasan global bila dibandingkan dengan karbondioksida. Karbon dalam gas merupakan karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman sehingga bila dilepaskan lagi

ke atmosfer tidak akan menambah jumlah karbon di atmosfer bila dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil.

Biogas merupakan energi alternatif yang perlu dikembangkan di masyarakat. Di jaman sekarang membuat biogas tidaklah sulit dan cukup didasarkan atas kepedulian, kemauan, keterampilan, dan ada upaya menggunakan sumber-sumber daya alam, sampah atau limbah untuk dijadikan biogas sebagai energi alternatif dan terbarukan. Seperti halnya para siswa SMA Negeri 5 Denpasar kini telah mengembangkan kegiatan energi terbarukan dalam bentuk biogas sejak dulu sampai menjadi kegiatan *Ekstrakurikuler* di sekolah. Sekolah mengembangkan biogas yang bahan-bahannya berasal dari bahan organik seperti limbah-limbah kulit atau cangkang udang laut dan limbah tanaman selada laut yang cukup banyak dijumpai di lingkungan masyarakat yakni di pinggir-pinggir pantai. Kebanyakan limbah-limbah seperti ini dibuang begitu saja ke laut tanpa memikirkan dampak negatifnya terhadap lingkungan. Dengan demikian membuat biogas berbahan limbah organik ini merupakan salah satu wujud mengembangkan energi alternatif serta dapat mengatasi masalah pencemaran lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Setelah memahami kajian dalam latar belakang masalah, maka rumusan masalah yang dapat diungkap pada karya tulis ilmiah ini antara lain adalah:

- 1.2.1 Mengapa limbah kulit atau cangkang udang laut dan limbah tanaman selada laut dapat dijadikan biogas pengganti bahan bakar *Liquified Petroleum Gas* (LPG) dalam memenuhi kebutuhan energi rumah tangga?
- 1.2.2 Bagaimana perbedaan efektivitas biogas berbahan limbah kulit atau cangkang udang, limbah selada laut dan campuran kedua limbah -limbah tersebut dalam manfaatnya sebagai bahan bakar?
- 1.2.3 Mengapa biogas berbahan cangkang keong laut dan kerang laut ini dapat digolongkan kedalam energi alternatif (biogas) yang alami dan ramah lingkungan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

- 1.3.1 Untuk mengetahui bahwa limbah kulit atau cangkang udang laut dan limbah tanaman selada laut dapat dijadikan biogas pengganti bahan bakar *Liquified Petroleum Gas (LPG)* dalam memenuhi kebutuhan energi rumah tangga.
- 1.3.2 Untuk mengetahui perbedaan efektivitas biogas berbahan limbah kulit atau cangkang udang, limbah selada laut dan campuran kedua limbah -limbah tersebut dalam manfaatnya sebagai bahan bakar.
- 1.3.3 Untuk mengetahui bahwa biogas berbahan cangkang keong laut dan kerang laut ini dapat digolongkan kedalam energi alternatif (biogas) yang alami dan ramah lingkungan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian dalam karya tulis ini adalah:

- 1.4.1 Dapat memberikan informasi kepada masyarakat luas bahwa limbah-limbah hewani seperti cangkang udang laut dan nabati dari limbah selada laut tersebut dapat dijadikan energi alternatif atau energi terbarukan yang bersifat ramah lingkungan dalam wujud biogas.
- 1.4.2 Dapat mengajak generasi muda untuk meningkatkan kepedulian terhadap eksistensi sumber daya alam dan belajar mencari solusi untuk menyelamatkan kehidupan manusia secara berkesinambungan.
- 1.4.3 Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebuah acuan bagi masyarakat untuk meningkatkan rasa peduli dan mengembangkan sebuah produk berharga dalam menopang kehidupan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Mengenal Biogas

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari sebuah kegiatan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya berupa: kotoran manusia dan hewan, berbagai limbah domestik (rumah tangga), sampah biodegradable atau setiap limbah organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida. Biogas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik sangat populer digunakan untuk mengolah limbah biodegradable karena bahan bakar dapat dihasilkan sambil mengurai dan sekaligus mengurangi volume limbah buangan. Metana dalam biogas, bila terbakar akan relatif lebih bersih daripada batu bara, dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit. Pemanfaatan biogas memegang peranan penting dalam manajemen limbah karena metana merupakan salah satu bentuk gas rumah kaca yang lebih berbahaya dalam pemanasan global bilamana dibandingkan dengan keberadaan karbon dioksida. Karbon dalam biogas merupakan karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga bila dilepaskan lagi ke atmosfer tidak akan menambah jumlah karbondioksida di udara atau di atmosfer bila dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil.

Saat ini, banyak negara maju meningkatkan penggunaan biogas yang dihasilkan baik dari limbah cair maupun limbah padat atau yang dihasilkan dari sistem pengolahan biologi mekanis pada tempat pengolahan limbah. India dan Cina merupakan contoh negara yang sudah berinvestasi secara ekstensif dalam teknologi biogas untuk menyediakan bahan bakar bagi warga mereka. Sedangkan di Indonesia masih terbatas pada daerah-daerah tertentu. Biogas lazim digunakan untuk menyalakan kompor, sebagai pemanas ruangan, dan aplikasi lain. Biogas yang dimanfaatkan juga mencegah metana mencapai atmosfer yang bisa berpengaruh pada lingkungan. Kemampuan untuk mengubah produk limbah menjadi sesuatu yang bermanfaat tidak hanya bernilai ekonomis melainkan juga memiliki nilai lingkungan. Dengan mengubah biomassa menjadi biogas, berarti berbagai masalah seperti sampah dan limbah bisa turut dikurangi.

Namun jika biogas dibersihkan dari pengotor secara baik, ia akan memiliki karakteristik yang sama dengan gas alam. Jika hal ini dapat dicapai, produsen biogas dapat menjualnya langsung ke jaringan distribusi gas. Gas tersebut harus sangat bersih untuk mencapai kualitas pipeline. Air (H₂O), hidrogen sulfida (H₂S) dan partikulat harus dihilangkan jika terkandung dalam jumlah besar di gas tersebut. Karbon dioksida jarang harus ikut dihilangkan, tetapi ia juga harus dipisahkan untuk mencapai gas kualitas pipeline. Jika biogas harus digunakan tanpa pembersihan yang ekstensif, biasanya gas ini dicampur dengan gas alam untuk meningkatkan pembakaran. Biogas yang telah dibersihkan untuk mencapai kualitas pipeline dinamakan gas alam terbaharui.

Dalam bentuk ini, gas tersebut dapat digunakan sama seperti penggunaan gas alam. Pemanfaatannya seperti distribusi melalui jaringan gas, pembangkit listrik, pemanas ruangan, dan pemanas air. Jika dikompresi, ia dapat menggantikan gas alam terkompresi (CNG) yang digunakan pada kendaraan. Biasanya nilai kalori dari 1 meter kubik Biogas sekitar 6.000 watt jam yang setara dengan setengah liter minyak diesel. Oleh karena itu Biogas sangat cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan pengganti minyak tanah, LPG, butana, batu bara, maupun bahan-bahan lain yang berasal dari fosil.

Selain hasil olahannya yang bermanfaat, limbah dari pengolahan biogas, yaitu kotoran ternak yang telah hilang gasnya (slurry) merupakan pupuk organik yang sangat kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahkan, unsur-unsur tertentu seperti protein, selulose, lignin, dan lain-lain tidak bisa digantikan oleh pupuk kimia. Pupuk organik dari biogas telah dicobakan pada tanaman jagung, bawang merah, dan padi. Oleh karena itu, dari pengolahan biogas tersebut, kita bisa memperoleh keuntungan ganda, yaitu pada hasil olahannya, dan pada limbah dari pengolahan tersebut.

2.2 Udang Laut Sebagai Pangan

Udang laut merupakan salah satu makanan yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan tubuh. Hal ini tidak lain karena berbagai mineral penting yang terkandung di dalamnya seperti *kalsium, magnesium, fosfor, kalium dan zincum*. Selain itu udang laut juga dikenal dengan kandungannya yang kaya omega-3,

omega-6, antioksidan, serta yodium yang dibutuhkan tubuh. Meskipun demikian bagi yang memiliki masalah kolesterol lebih baik mengurangi konsumsi udang sebab udang termasuk memiliki kolesterol cukup tinggi. Bagi yang tidak memiliki masalah kolesterol, mengkonsumsi udang akan banyak membawa manfaat mulai dari mencegah anemia, memperkuat tulang hingga meningkatkan energi.



Gambar 1.1.1 Salah Satu Jenis Udang Laut

Udang laut merupakan salah satu jenis pangan yang dikenal dimana-mana terutama di lingkungan daerah pariwisata. Udang laut dapat dikonsumsi dengan pengolahannya yang bervariasi. Namun disatu sisi udang laut yang tubuhnya dilindungi oleh cangkang sering menjadikan cangkang-cangkang ini sebagai limbah yang tak tertangani oleh para pengembang industri pangan sehingga cara mengatasi masalahnya hanya dengan membuang ke tempat pembuangan akhir dan anehnya sering terbuang ke laut dengan tujuan menjadikan cangkang udang ini makanan ikan dan pupuk yang larut di laut. Namun hal seperti ini sering sekali menimbulkan dampak yang negatif dimana cangkang udang ini sering menimbulkan bau yang tidak sedap pada air laut dan sering mengotori pantai karena cangkang ini seakan-akan dikembalikan lagi ke pantai.

2.3 Tanaman Selada Laut (*Ulva lactuca*)

Dalam kehidupan di masyarakat sampai saat ini limbah masih menjadi materi atau bahan yang cukup banyak untuk menimbulkan pencemaran akibat bahan tersebut ketersediaannya sangat berlebihan dan belum diketahui cara pengelolaannya yang tepat sesuai dengan kebutuhannya sehari-hari. Atau limbah itu bermunculan dari ketidakpedulian masyarakat terhadap lingkungan. Mereka

membuang begitu saja limbah-limbah tersebut di tempat-tempat penampungan yang terkadang pula limbah tersebut cepat didatangi oleh binatang lainnya dan akhirnya terbengkalai begitu saja dengan bau yang mengganggu pernafasan. Salah satu contoh limbah yang cukup banyak ditemukan di kawasan pantai bahkan berserakan sampai ke areal pertamanan di lingkungan laut adalah tanaman selada laut. Salah satu jenis sumber daya laut yang cukup banyak tersedia ini pada akhirnya terbengkalai begitu saja dan menjadi limbah pencemar air laut dan pantai karena masih banyak masyarakat yang belum memahami manfaat dari limbah tanaman selada laut.

Selada laut yang mempunyai nama ilmiah *Ulva Lactuca* merupakan salah satu jenis tanaman yang berwarna hijau tipis bagaikan plastik. Selada laut ini adalah salah satu jenis alga atau ganggang hijau. Selada laut ini juga dikenal dengan jenis alga yang banyak hidup di laut dangkal. Melalui hasil penelitian bahwa selada laut mengandung protein, lemak, gula tepung, vitamin dan mineral.



Gambar 2.3.1 Tanaman Selada Laut

Selada laut yang daunnya melebar tipis dan licin dengan tangkainya yang berfungsi sebagai alat untuk melekat pada substrat yang biasanya menempel pada bebatuan, kerikil dan terumbu karang. Selada laut bisa hidup dengan baik walaupun musim berubah baik dingin maupun panas. Dengan banyaknya selada laut ini maka banyak pula orang yang sudah dapat melakukan penelitian bahkan di Jepang telah dapat digunakan sebagai bahan pangan. Untuk kehidupan pada masyarakat Bali jenis ganggang hijau ini masih belum bisa dimaksimalkan sebagai bahan pangan sehingga masih banyak bertumpuk di pinggir-pinggir pantai.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia SMA Negeri 5 Denpasar. Sedangkan waktu yang digunakan untuk melakukan penelitian sampai permasalahan secara keseluruhan dapat terselesaikan berlangsung dari tanggal 2 Mei 2023 sampai dengan 25 Mei 2023. Kegiatan ini dilakukan melalui tahap pengumpulan data, observasi dan eksperimen sampai dengan pengolahan data serta penyampaian kesimpulan.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian karya tulis ilmiah ini digunakan jenis data kuantitatif dimana data-data eksperimennya menggunakan perhitungan secara jelas dan terperinci kemudian data tersebut diargumentasikan secara ilmiah. Sedangkan sumber data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Sumber data primer yaitu sumber data yang diperoleh peneliti dengan eksperimen, sedangkan sumber data sekunder yaitu data-data yang bersumber dari beberapa literatur, catatan-catatan, dokumentasi, laporan, makalah dan lain sebagainya.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan terdiri dari beberapa metoda antara lain:

- 3.3.1 Metode Observasi, yaitu melakukan kunjungan ke suatu tempat untuk memperoleh data-data sesuai dengan keperluan.
- 3.3.2 Metode Interview, yaitu data-data dapat diperoleh dan dikumpulkan melalui kegiatan wawancara dengan beberapa informan.
- 3.3.3. Metode Literatur, yaitu data penelitian diperoleh dari beberapa literatur yang dapat menunjang hasil penelitian
- 3.3.4 Metode Eksperimen, yaitu data penelitian diperoleh dari hasil percobaan untuk membuktikan kebenaran proses. Dalam penelitian ini percobaan / eksperimennya dapat dipaparkan sebagai berikut:

3.5 Prosedur Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

1) Alat-alat:

- a. Ember tempat limbah air 1 buah
- b. Gelas ukur 2 buah
- c. Lilin 6 buah
- d. Alat pengaduk 1 buah
- e. Tabung Biogas 1 buah
- f. Blender 1 buah



2) Bahan – bahan:

- a. Limbah cangkang udang 1,5kg
- b. Limbah Selada laut 1,5kg
- b. Ragi roti / ragi tape 30gram
- c. Air 10 liter



3) Proses Pembuatan

- a. Tumbuk dan cacah 1 kg cangkang-cangkang udang laut sehingga menjadi bahan yang lembek dan hancur. Lalu lakukan pemblenderan sehingga benar-benar menjadi bahan yang luluh.
- b. Setelah itu taburkan ragi roti / ragi tape sedikit demi sedikit sambil diaduk. Usahakan ragi roti / ragi tape ini benar-benar tercampur rata.
- c. Masukkan semua campuran ini ke dalam tabung biogas dan tutup rapat-rapat jangan sampai terkontaminasi dengan udara luar untuk menghindari kegagalan dalam fermentasi. Proses fermentasi ini berlangsung selama 7 sampai 10 hari.
- d. Fermentasi akan berhasil apabila dalam tabung tersebut sudah selesai mengeluarkan gelembung-gelembung. Ini berarti biogas sudah siap digunakan untuk kebutuhan energi rumah tangga.
- e. Untuk mengukur keefektifan biogas maka alirkan gas tersebut di atas lilin bakar yang menyala. Hitunglah waktu lama besarnya api ketika dialirkan dengan biogas tersebut.

- Catatan: 1) Lakukan penelitian dengan cara yang sama dengan menggunakan limbah selada laut
- 2) Lakukan penelitian dengan cara yang sama dengan menggunakan $\frac{1}{2}$ kg limbah cangkang udang laut yang bercampur dengan $\frac{1}{2}$ kg tanaman selada laut

3.5 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian karya tulis ini dilakukan dengan memanfaatkan beberapa jenis data yang diperoleh baik data primer maupun sekunder kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Analisis ini dilakukan dengan mencari keterkaitan data-data yang diperoleh melalui eksperimen atau hasil percobaan yang dilanjutkan dengan paparan berupa argumentasi ilmiah peneliti untuk mendapatkan informasi yang jelas tentang hasil penelitian serta dapat dipertanggungjawabkan di masyarakat.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1.1 Cangkang Udang Laut Dan Limbah Tanaman Selada Laut Dapat Dijadikan Biogas Pengganti Bahan Bakar *Liquified Petroleum Gas (LPG)* Dalam Memenuhi Kebutuhan Energi Rumah Tangga.

Sering masyarakat pengembang industri pangan dan kegiatan rumah tangga baik didesa maupun dikota melakukan pembuangan limbah-limbah ke aliran sungai atau ke tempat-tempat lapang tanpa banyak memikirkan dampak-dampak yang terjadi. Seperti halnya limbah cangkang keong dan kerang laut dari industri pangan seenaknya dibuang begitu saja pernah pernah berkreasi untuk mengembalikan menjadi bahan-bahan yang dapat dimanfaatkan. Dengan kondisi seperti ini sebagai generasi muda segera mengambil tindakan untuk menjadikan limbah-limbah tersebut untuk diolah menjadi energi terbarukan dalam bentuk biogas. Di sekolah cukup banyak memiliki sumber daya manusia (SDM) yang berpengetahuan tentang pemanfaatan limbah untuk energi terbarukan. Kaum pelajar yang memiliki pengetahuan tersebut telah mengajak seluruh siswa agar dapat berkeaktifan dalam mewujudkan energi alternatif pengganti energi fosil yang kini keberadaannya mulai menipis.

Menanggapi permasalahan seperti ini masyarakat setempat mulai peduli dan merasa wajib untuk mendapatkan solusinya. Sebagai masyarakat pelajar yang berpengetahuan tentang masalah energi, limbah-limbah cangkang keong laut dan kerang laut tersebut perlu diolah kembali untuk dapat dijadikan bahan-bahan yang bermanfaat seperti dijadikan energi terbarukan dalam wujud biogas. Dapatnya cangkang keong laut dan kerang laut menjadi energi biogas karena pada cangkang keong laut dan kerang laut masih terkandung senyawa *kalsium karbonat* hampir mencapai 86,86 % dan *silicon* 8,92%. Selain itu pada cangkang keong laut dan kerang terkandung *serat kasar* 1 %, *kalsium* 25 % dan *fosfor* 0,14 %, silikat magnesium karbonat 7,54%. Jika cangkang keong laut dan kerang laut ini diolah dan dibuat dalam bentuk yang lembek dan halus kemudian direaksikan dengan ragi roti atau ragi tape akan terjadi proses fermentasi yang baik. Dalam waktu minimal 7 hari atau maksimal 10 hari hasil fermentasi ini sudah dapat menghasilkan gas. Gas-gas yang dihasilkannya inilah dapat disebut dengan energi Biogas. Hasil produk biogas yang berasal dari limbah-limbah pangan sumber daya laut seperti

cangkang keong laut dan kerang laut ini merupakan sebuah produk energi yang dapat dikatakan sebagai produk inovatif bidang kemaritiman karena produk-produk seperti ini merupakan sebagai jasa sumber daya laut dalam menjaga iklim bumi karena proses pembakaran biogas ini sangatlah kecil menghasilkan emisi gas rumah kaca atau gas karbondioksida (CO₂).

1.2 Perbedaan Efektivitas Biogas Berbahan Limbah Cangkang Udang Laut, Limbah Selada Laut dan Campuran Kedua Limbah -limbah Tersebut Dalam Manfaatnya Sebagai Bahan Bakar.

Berdasarkan hasil penelitian ternyata kemampuan biogas berbahan limbah cangkang laut dan kerang laut dan campuran kedua bahan tersebut efektif digunakan untuk kebutuhan kehidupan sehari-hari dalam kegiatan rumah tangga. Dalam penelitian, campuran dari 1 kg limbah cangkang keong laut yang dicampur dengan 3liter air + 10gram ragi roti atau ragi tape mempunyai efektivitas untuk menghidupkan nyala api selama 35 menit (api membesar). Gas baru dinyatakan habis apabila api yang digunakan besarnya seperti semula. Jadi keefektivitasannya yang dapat ditunjukkan oleh adanya kemampuan biogas adalah perubahan dari nyala api tersebut yang mampu memiliki kekuatan selama 35 menit.

Untuk mengetahui keefektivitasan dari biogas pada cangkang kerang laut dengan perlakuan yang sama yaitu 1 kg kotoran ayam + 10gram ragi roti atau ragi tape dan air sebanyak 3liter maka biogas yang dihasilkan akan dapat memberikan nyala api menjadi lebih besar selama 42 menit. Demikian pula halnya dengan biogas yang bahan-bahannya berasal dari ½ kg cangkang keong laut yang dicampurkan dengan ½ kg cangkang kerang laut + 10gram ragi roti atau ragi tape dan air sebanyak 3liter maka akan mampu memberikan reaksi api bertambah besar selama 38 menit. Untuk mempermudah melihat perbandingan keefektivitasan ini perhatikan Tabel 1 berikut:

Tabel: 1 Perbandingan Keefektifitasan Biogas Berbahan Cangkang Keong Laut, Kerang Laut dan Campuran Kedua Bahan

No	Bahan Biogas	Keefektifitasan Biogas Dalam Memberikan Energi Nyala Api
1	Biogas berbahan cangkang keong laut	Memberikan nyala api pada lilin secara konstan dan stabil selama 35 menit
2	Biogas berbahan cangkang kerang laut	Memberikan nyala api pada lilin secara konstan dan stabil selama 42 menit
3	Biogas berbahan campuran limbah cangkang keong laut dan kerang laut	Memberikan nyala api pada lilin secara konstan dan stabil selama 47 menit

Pembahasan:

Sesungguhnya semua biogas yang berasal dari cangkang keong laut dan kerang laut serta campuran dari kedua bahan tersebut adalah efektif digunakan untuk menunjang kebutuhan energi rumah tangga dan pengganti energi fosil. Hanya saja terdapatnya perbedaan dari ketiga bahan tersebut dimana biogas dari bahan cangkang keong laut memiliki kemampuan memberikan nyala api lebih besar sampai 35 menit, kerang laut selama 42 menit dan campuran kedua bahan tersebut adalah selama 47 menit dengan jumlah bahan dan proses serta kondisi lingkungan yang sama. Perbedaan ini memang tidak terlalu jauh jaraknya. Terjadinya proses perbedaan ini hanya karena reaksi dari kedua bahan dalam kemampuannya menghasilkan gas dalam fermentasi.

1.3 Biogas Berbahan Cangkang Keong Laut dan Kerang Laut Dapat Digolongkan Kedalam Energi Alternatif yang Alami dan Ramah Lingkungan

Letak perbedaan dari bahan bakar fosil dengan bahan bakar organik memang jelas. Bahan bakar fosil hasil pembakarannya memberikan suatu dampak negatif yang cukup banyak terhadap lingkungan dan kesehatan manusia itu sendiri. Sangatlah berbeda dengan bahan bakar dari cangkang keong laut dan kerang laut (biogas) yang dampak negatifnya sangatlah kecil sehingga dari hasil pembakarannya dipandang memiliki kondisi yang lebih aman jika dibandingkan dengan bahan bakar dari fosil. Di bawah ini beberapa alasan bahwa bahan bakar biogas dari limbah cangkang keong laut dan kerang laut masih tergolong ke dalam energi terbarukan yang alami dan bersifat ramah lingkungan. Ciri-ciri tersebut dapat diungkap sebagai berikut:

- 1) Karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan melalui proses pembakaran biogas tidak ada penambahan ke lingkungan sebab karbondioksida yang dikeluarkan tersebut merupakan karbondioksida yang sebelumnya diserap oleh daun tanaman dalam proses fotosintesis. Pengaruhnya terhadap terjadinya efek rumah kaca tidak akan terjadi akibat tidak bertambahnya karbondioksida ke lingkungan.
- 2) Asap-asap dari hasil proses pembakaran tidak membahayakan kesehatan manusia seperti asap-asap pembakaran bahan bakar fosil tersebut. Hasil pembakaran biogas berbahan limbah cangkang laut dan kerang laut ini tidak menimbulkan bau sehingga kesehatan manusia masih dapat terjaga dengan baik. Berbeda dengan hasil pembakaran dari energi berbahan fosil yang sering sekali menimbulkan gangguan pada kesehatan manusia seperti menimbulkan gangguan pada pernafasan, alergi pada kulit, dan iritasi pada mata.
- 3) Bahan-bahan biogas dari limbah cangkang laut dan kerang laut, tetap dapat menjaga keseimbangan ekosistem karena bilamana endapan-endapannya tumpah baik ke tanah maupun ke air tidak mengganggu kehidupan mikroorganisme yang ada dalam tanah tersebut dan tidak menimbulkan pencemaran air sehingga biota air tetap hidup dengan baik.
- 4) Biogas yang berbahan dari limbah-limbah seperti ini bersifat renewable dalam arti bahan bakar ini dapat diproduksi secara berkelanjutan mengingat

limbahlimbah ini akan tersedia secara terus menerus selama manusia tetap dengan rutinitas dengan kegiatannya dalam mengisi kehidupannya.

- 5) Gas-gas yang dikeluarkan oleh biogas berbahan dari limbah cangkang keong laut dan kerang laut ini tidak akan mempengaruhi kehidupan makhluk lainnya seperti insekta, cacing dan bentuk mamalia lainnya yang berperan sebagai unsur pengembang ekosistem dan kelestarian lingkungan hidup.

Dari konsep inilah dapat dikatakan produk inovatif kemaritiman yang berupa sebuah produk bahan bakar energi biogas dapat memberikan banyak keuntungan terhadap kehidupan manusia dengan kehidupan makhluk lainnya karena biogas yang dibuat atau dihasilkan dapat sebagai pengganti energi fosil, dapat menjaga stabilitas suhu bumi sehingga ekosistem lingkungan dapat terjaga dengan baik secara berkelanjutan. Biogas seperti ini juga dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap perekonomian masyarakat karena dapat mengurangi biaya dalam pembelian bahan bakar yang digunakan sehari-hari. Kenyataan seperti ini akan dapat memberikan nilai kepada masyarakat tentang kepeduliannya terhadap ekonomi dan lingkungan hidup.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

5.1.1 Dapatnya cangkang keong laut dan kerang laut menjadi energi biogas karena pada cangkang keong laut dan kerang laut masih terkandung senyawa *kalsium karbonat* hampir mencapai 86,86 % dan *silicon* 8,92%. Selain itu pada cangkang keong laut dan kerang terkandung *serat kasar* 1 %, *kalsium* 25 % dan *fosfor* 0,14 %., silikat magnesium karbonat 7,54%. Jika cangkang keong laut dan kerang laut ini diolah dan dibuat dalam bentuk yang lembek dan halus kemudian direaksikan dengan ragi roti atau ragi tape akan terjadi proses fermentasi yang baik. Dalam waktu minimal 7 hari atau maksimal 10 hari hasil fermentasi ini sudah dapat menghasilkan gas. Gas-gas yang dihasilkannya inilah dapat disebut dengan energi Biogas.

5.1.2 Produk biogas yang berasal dari cangkang keong laut dan kerang laut serta campuran dari kedua bahan tersebut adalah efektif digunakan untuk menunjang kebutuhan energi rumah tangga dan pengganti energi fosil. Hanya saja terdapatnya perbedaan dari ketiga bahan tersebut dimana biogas dari bahan cangkang keong laut memiliki kemampuan memberikan nyala api lebih besar sampai 35 menit, kerang laut selama 42 menit dan campuran kedua bahan tersebut adalah selama 47 menit dengan jumlah bahan dan proses serta kondisi lingkungan yang sama. Perbedaan ini memang tidak terlalu jauh jaraknya. Terjadinya proses perbedaan ini hanya karena reaksi dari kedua bahan dalam kemampuannya menghasilkan gas dalam fermentasi.

5.1.3 Beberapa alasan bahwa bahan bakar biogas dari limbah cangkang keong laut dan kerang laut masih tergolong ke dalam energi terbarukan yang alami dan bersifat ramah lingkungan. Ciri-ciri tersebut dapat diungkap karena: 1) Sedikit menghasilkan CO₂, 2) Asap-asap pembakaran tidak membahayakan kesehatan, 3) Tetap dapat menjaga keseimbangan ekosistem, 4) Dapat diproduksi secara berkelanjutan, 5) Gas-gas yang dihasilkan biogas ini tika mempengaruhi kehidupan makhluk hidup lainnya baik di darat maupun di perairan.

5.2 Saran-saran

- 5.2.1 Diharapkan kepada seluruh generasi muda di masyarakat agar mampu dan dapat menumbuhkembangkan kreativitasnya khususnya dalam mewujudkan energi alternatif yang alami dan ramah lingkungan seperti produk-produk biogas atau bentuk lainnya lainnya yang bersifat terbarukan.
- 5.2.2 Masyarakat dalam menggunakan energi hendaknya berhati-hati mengingat energi fosil yang tersedia keberadaannya semakin menipis maka dari itu masyarakat hendaknya berupaya untuk menggunakan jenis energi limbahlimbah nabati dan hewani yang kapasitasnya tersedia secara berkelanjutan.
- 5.2.3 Pemerintah hendaknya dapat menghimbau agar masyarakat di dalam memanfaatkan energi fosil memerlukan kewaspadaan yang baik agar tidak terjadi krisis energi yang mempengaruhi keberlangsungan kegiatan dalam mengembangkan pembangunan.

DAFTAR PUSTAKA

Adnyana, Bagus, 2019. *Biogas Dengan Berbagai Sumber Hewan*. Denpasar. CV.

Tita Pustaka

- Anggara Trisna Nugraha, Alwy Muhammad Ravi, and Z. Aliem, "Penggunaan Algoritma Interferensi dan Observasi Untuk Sistem Pelacak Titik Daya Maksimum Pada Sel Surya Menggunakan Konverter DC-DC Photovoltaics," *Jurnal Janitra Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 8–18, Apr. 2021, doi: <https://doi.org/10.25008/janitra.v1i1.107>.
- Anggara Trisna Nugraha, Z. Aliem, and Alwy Muhammad Ravi, "Analisis Optimalisasi Manajemen Daya Chiller Untuk Rencana AC Sentral Industri," *Jurnal Janitra Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 35–46, Apr. 2021, doi: <https://doi.org/10.25008/janitra.v1i1.106>.
- A. T. Nugraha and L. N. Safitri, "Optimization of Central Air Conditioning Plant by Scheduling the Chiller Ignition for Chiller Electrical Energy Management," *Indonesian Journal of electronics, electromedical engineering, and medical informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 76–83, May 2021, doi: <https://doi.org/10.35882/ijeemi.v3i2.7>.
- Agung Prasetyo Utomo and Anggara Trisna Nugraha, "Speed Adjustment on Variable Frequency Induction Motor Using PLC for Automatic Polishing Machine," *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 70–75, May 2021, doi: <https://doi.org/10.35882/ijeemi.v3i2.6>.
- Anggara Trisna Nugraha and D. Priyambodo, "Design of Hybrid Portable Underwater Turbine Hydro and Solar Energy Power Plants: Innovation to Use Underwater and Solar Current as Alternative Electricity in Dusun Dongol Sidoarjo," *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 93–98, Jul. 2021, doi: <https://doi.org/10.35882/ijeemi.v3i2.5>.
- Anggara Trisna Nugraha and D. Priyambodo, "Prototype Design of Carbon Monoxide Box Separator as a Form of Ar-Rum Verse 41 and To Support Sustainable Development Goal's Number 13 (Climate Action)," *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 99–105, Jul. 2021, doi: <https://doi.org/10.35882/ijeemi.v3i2.6>.
- Anggara Trisna Nugraha Angga et al., "Use Of ACS 712ELC-5A Current Sensor on Overloaded Load Installation Safety System," *Applied Technology and Computing Science Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 47–55, Jul. 2021, doi: <https://doi.org/10.33086/atcsj.v4i1.2088>.
- Anggara Trisna Nugraha Angga, Muhammad Syahid Messiah, D. Rinaldi, Moch. Fadhil Ramadhan, and Muhammad Jafar Shiddiq, "Solutions For Growing the Power Factor Prevent A Reactive Electricity Tariff And Decrease Warmth On Installation With Bank Capacitors," *Applied Technology and Computing Science Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 35–46, Jul. 2021, doi: <https://doi.org/10.33086/atcsj.v4i1.2090>.
- A. T. N. Angga, M. J. Shiddiq, and M. F. Ramadhan, "Use Ordinary Expressions to Learn How to Extract Code Feedback From the Software Program Upkeep Process," *International Journal of Advances in Data and*

- Information Systems, vol. 2, no. 2, pp. 105–113, Oct. 2021, doi: <https://doi.org/10.25008/ijadis.v2i2.1219>.
- Ruddianto Ruddianto et al., “The Experiment Practical Design of Marine Auxiliary Engine Monitoring and Control System,” vol. 3, no. 4, pp. 148–155, Nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.35882/10.35882/ijeemi.v3i4.4>.
- Ruddianto Ruddianto et al., “The Experiment Practical Design of Marine Auxiliary Engine Monitoring and Control System,” Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics, vol. 3, no. 4, pp. 148–155, Nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.35882/ijeemi.v3i4.4>.
- Anggara Trisna Nugraha, Dwi Sasmita Aji Pambudi, Agung Prasetyo Utomo, and Dadang Priyambodo, “Design of Charger Controller on Wind Energy Power Plant With Arduino Uno Based on Pi Controller,” vol. 3, no. 4, Nov. 2021.
- Agung Prasetyo Utomo, M. Apriani, Ruddianto Ruddianto, Luqman Cahyono, Anggara Trisna Nugraha, and Mochammad Ilham Nugroho, “PELATIHAN PEMBUATAN TERUMBU BUATAN BERBASIS ECO-FRIENDLY SEBAGAI SARANA REHABILITASI TERUMBU KARANG DI DAERAH PANTAI WISATA PASIR PUTIH, SITUBONDO,” Integritas, vol. 5, no. 2, pp. 298–298, Nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.36841/integritas.v5i2.1340>.
- M. Apriani, L. Cahyono, A. Utomo, A. Nugraha, and A. Cahya Ningrum, “Preliminary Investigation of Bioplastics from Durian Seed Starch Recovery Using PEG 400 for Reducing Marine Debris,” Journal of Ecological Engineering, vol. 23, no. 2, pp. 12–17, Jan. 2022, doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/144824>.
- Apr. 2022, doi: <https://doi.org/10.17977/um024v7i12022p023>.
- A. P. Utomo, A. T. N. Angga, D. S. A. Pambudi, and D. Priyambodo, “Battery Charger Design with PI Control Based on Arduino Uno R3,” Applied Technology and Computing Science Journal, vol. 4, no. 2, pp. 78–90, May 2022, doi: <https://doi.org/10.33086/atcsj.v4i2.2398>.
- A. T. Nugraha, O. D. Pratiwi, R. F. As’ad, and V. A. Athavale, “Brake Current Control System Modeling Using Linear Quadratic Regulator (LQR) and Proportional integral derivative (PID),” Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics, vol. 4, no. 2, pp. 85–93, May 2022, doi: <https://doi.org/10.35882/ijeemi.v4i2.6>.
- L. Cahyono et al., “Pelatihan Pembuatan Lilin Aromaterapi dari Minyak Jelantah Sebagai Sarana Peduli Lingkungan Perairan dan Implementasi Konsep Ekonomi Sirkular Warga Bumi Suko Indah,” Dharma Raflesia : Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan IPTEKS, vol. 20, no. 1, pp. 53–67, Jun. 2022, doi: <https://doi.org/10.33369/dr.v20i1.19271>.
- Luqman Cahyono, M. Apriani, Anggara Trisna Nugraha, and Agung Prasetyo Utomo, “POTENSI RISIKO WAKTU PELAKSANAAN PROYEK SWAKELOLA DI KABUPATEN PASURUAN MELALUI PROGRAM KOTAKU KEMENTERIAN PUPR,” Jurnal Spektran, vol. 10, no. 2, pp. 118–118, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.24843/spektran.2022.v10.i02.p08>.
- A. T. Nugraha, R. F. As’ad, Adiinto, and V. H. Abdullayev, “Design And Fabrication of Temperature and Humidity Stabilizer on Low Voltage Distribution

- Panel with PLC-Based Fuzzy Method to Prevent Excessive Temperature and Humidity on The Panel,” *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 4, no. 3, pp. 170–177, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v4i3.241>.
- I. Achmad and Anggara Trisna Nugraha, “Implementation of Voltage Stabilizers on Solar Cell System Using Buck-Boost Converter,” *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 4, no. 3, pp. 154–160, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v4i3.246>.
- Anggara Trisna Nugraha, S.T., M.T and Rachma Prilian Eviningsih, S.T., M.T, Penerapan Sistem Elektronika Daya. Deepublish, 2022.
- Anggara Trisna Nugraha, S.T., M.T and Rachma Prilian Eviningsih, S.T., M.T, Konsep Dasar Elektronika Daya. Deepublish, 2022.
- Anggara Trisna Nugraha, S.T., M.T et al., “Portable-2WG” Inovasi Turbin Pembangkit Listrik Portable Air Dan Angin Untuk Kebutuhan Rumah Tangga Pada Penduduk Daerah Aliran Sungai. Deepublish, 2022.
- Anggara Trisna Nugraha, S.T., M.T et al., Rancang Bangun Ship Alarm Monitoring (SAM) Sebagai Solusi Keamanan Pengoperasian Auxiliary Engine. Deepublish, 2021.
- Anonimus. 2016. *Energi Berbahan Fossil, Terbatas dan Mengkhawatirkan*.
Denpasar: Artikel Lingkungan, Gema Sastra
- Baharuddin, F. 2019. *Energi Barbahan Hayati (Biogas)*. Jakarta: Kencana Jaya
- Hendra, P. 2017. *Biogas Sebagai Energi Terbarukan*. Denpasar; Makalah Biologi IKIP. Denpasar
- Indiza. 2006. *Mengenal Limbah Domestik*. Jakarta; Kineka Jaya.
- Kazana, R. 2001. *Energi Ramah Lingkungan*. Surabaya; Pustaka Kencana
- Kiswanto. 2002. *Jenis-jenis Limbah*. Jakarta; Rineka Cipta
- Mahardya.S. 2008. *Tanaman Penghasil Energi Alami*. Denpasar. Diktat Lingkungan SMAN 5 Denpasar
- Opie, Rachmat, 2011. *Biogas Ramah Lingkungan*.Denpasar; Makalah Lingkungan.SMAN 5 Denpasar.
- Riswanto. 2002. *Limbah-limbah Jenis Hewan-hewan Laut*. Jakarta; Rineka Cipta
- Saputro Dibyo. 2001. *Senyawa Kimia Biogas*. Jakarta: Gema Pustaka
- Zikkymansyah. 2005. *Aktivitas Manusia dan Ketersediaan Energi*. Denpasar, Hasil Penelitian Karya Tulis Energi. Kirsmanela Denpasar

Lampiran: 1

INFORMAN PENELITIAN

1. Catur Yuda Hartini
Kepala Pengembang Pendidikan Lingkungan Hidup Provinsi Bali
2. Drs. I Wayan Sumedana
Pengembang Kebersihan dan Kelestarian Lingkungan Hidup
3. Ida Ayu Krisna, SP, SPd
Ketua Sekaa Guru Peduli Lingkungan (SGPL) Kota Denpasar
4. Ir. Ketut Damai
Pengembang Biogas Lingkungan Masyarakat Desa Singakerta
5. Ir. Ketut Sudiarta
Ketua Pengolah Limbah Cair Desa Ubud
6. Permana Agung, SPd
Pengembang Teknik Pembuatan Biogas Berbahan Padat dan Cair
7. Drs. Dalem Mahendra A.A.
Pengembang Energi Terbarukan Ramah Lingkungan
8. Dra. A.A. Rai Miyati, MPd
Guru Kimia SMA Negeri 5 Denpasar
9. Drs. I Wayan Suastika
Guru Biologi SMA Negeri 5 Denpasar
10. I Gusti Agung Jelantik, SP, MSi
Dosen Pertanian dan Pengembang Energi Alternatif

Lampiran: 2

Instrumen Penelitian (Interview / Wawancara)

1. Apa dasar para pelajar SMA Negeri 5 Denpasar mengembangkan biogas sebagai energi alternatif?
2. Apakah semua limbah tanaman dan limbah ternak dapat dijadikan biogas?
Mengapa?
3. Bagaimana proses pembuatan biogas yang efektif dapat digunakan oleh masyarakat sehingga dapat mengurangi penggunaan energi fosil?
4. Apa manfaat biogas ini dalam menopang kehidupan masyarakat?
5. Apakah biogas sebagai energi terbarukan akan dapat menopang kehidupan masyarakat secara berkelanjutan?
6. Kenapa biogas dari limbah nabati tergolong ke dalam energi terbarukan yang ramah lingkungan?
7. Bagaimana keefektivitasan biogas dari limbah sumber daya laut dalam manfaatnya untuk kebutuhan rumah tangga?

Lampiran: 3

KEGIATAN EKSPERIMEN

