



## Evaluasi Jejak Karbon Pada Produksi *Black Garlic* Sembalun Menggunakan Pendekatan Penilaian Daur Hidup (*Life Cycle Assessment*)

Fathul Rakhman<sup>1</sup>, Joni Safaat Adiansyah<sup>2\*</sup>, Mustiana<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

\*[joni.adiansyah@ummat.ac.id](mailto:joni.adiansyah@ummat.ac.id)

### Abstract

Sembalun is well known as one of tourism destination in Lombok Island with main attraction is Rinjani Mountain hiking. Currently, there are also some other tourism attractions such as hill climbing, garden and fruit tours, and photo spots. In addition, many people come to spend their weekend in Sembalun. The increase in the number of tourist visits to Sembalun is an opportunity to develop various Sembalun souvenirs. One of them is Sembalun black garlic. Black Garlic Sembalun uses garlic as a raw material. The purpose of this study is to estimate the carbon footprint of Sembalun black garlic production where the method used is a Life Cycle Assessment. The unit function used is the production of black garlic in a month. A case study was taken from the UMKM KWT Putri Rinjani in Sembalun Bumbung Village which produces black garlic. There are five stages in the black garlic production process, namely transportation, drying, peeling, roasting, and packaging. From the results of the analysis using the OpenLCA software, three process stages contributed to the carbon footprint of Sembalun black garlic production, namely the transportation stage (52.125 KgCO<sub>2eq</sub>), the roasting stage (46.707 KgCO<sub>2eq</sub>), and the packaging process (6.930 KgCO<sub>2eq</sub>). To reduce the carbon footprint, several sustainable improvement alternatives that can be carried out include storing (stock) raw material to reduce the number of transportation trip and using transportation vehicles that have better combustion efficiency and the use of electric vehicles.

Keywords: carbon footprint, black garlic, transporting, roasting, packaging.

### Abstrak

Sembalun terkenal sebagai salah satu tujuan destinasi utama wisata di Pulau Lombok dengan daya tarik utama adalah pendakian ke Gunung Rinjani. Dalam perkembangannya, berkembang atraksi lainnya seperti mendaki bukit, wisata kebun dan buah, tempat foto. Selain itu, banyak warga yang datang untuk menikmati akhir pekan di Sembalun. Peningkatan jumlah kunjungan wisatawan ke Sembalun ini menjadi peluang pengembangan berbagai oleh-oleh khas Sembalun. Salah satunya adalah *black garlic* Sembalun. *Black garlic* Sembalun ini menggunakan bahan baku bawang putih. Tujuan dari kajian ini adalah melakukan estimasi jejak karbon dari produksi *black garlic* Sembalun dimana metode yang digunakan adalah penilaian daur hidup (*Life Cycle Assesment*). Unit fungsi yang digunakan adalah produksi *black garlic* dalam sebulan. Sebuah studi kasus diambil dari UMKM KWT Putri Rinjani di Desa Sembalun Bumbung yang memproduksi *black garlic*. Ada lima tahapan dalam proses produksi *black garlic* yaitu transportasi, penjemuran, pengupasan, pemanggangan, dan pengemasan. Dari hasil analisa menggunakan *software* OpenLCA dihasilkan tiga tahapan proses yang memberikan kontribusi pada jejak karbon produksi *black garlic* Sembalun yaitu tahapan transportasi (52,125 KgCO<sub>2eq</sub>), tahapan pemanggangan (46,707 KgCO<sub>2eq</sub>), dan proses pengemasan (6,930 KgCO<sub>2eq</sub>). Untuk mengurangi jejak karbon maka beberapa alternatif perbaikan berkelanjutan yang bisa dilakukan antara lain melakukan penyimpanan (*stock*) raw material untuk mengurangi jumlah ritase pengangkutan dan menggunakan kendaraan pengangkutan yang memiliki efisiensi pembakaran yang lebih baik serta penggunaan kendaraan listrik.

Kata Kunci: jejak karbon, *black garlic*, sembalun, pengangkutan, pemanggangan, pengemasan.

## 1. PENDAHULUAN

*Black garlic* mulai populer setelah dikenal banyak khasiatnya, salah satunya adalah untuk menurunkan kadar gula darah (Pangestu, Idi, &

Setyawan, 2020). Awalnya masyarakat hanya mengkonsumsi bawang putih mentah atau menjadi bahan bumbu dapur. Proses pengolahan menjadi *black garlic* dianggap sulit

dan membutuhkan waktu lama. Namun demikian, industri pembuatan *black garlic* ada di Kecamatan Sembalun Kabupaten Lombok Timur yang memang dikenal sebagai penghasil bawang putih sejak tahun 1970-an.

Para petani sembalun menjual bawang putih ke pasar-pasar tradisional dan ke pengepul. Tidak ada yang mengolah bawang putih menjadi produk jadi. Pada tahun 2000, dilakukan pelatihan pengolahan bawang putih kepada para petani dan terbentuk kelompok yang dinamakan Kelompok Wanita Tani (KWT) Putri Rinjani. Selanjutnya KWT Rinjani ini membuat lembaga usaha dagang UD Malsye yang menjual produk-produk olahan hasil pertanian seperti kopi, kentang goreng, buncis dan *black garlic*. *Black garlic* adalah salah satu produk andalan mereka karena sudah diekspor hingga ke Jepang.

Tidak ada data resmi jumlah UMKM yang membuat usaha *black garlic*, baik di dalam data BPS Lombok Timur (Sembalun Dalam Angka, 2021) maupun data profil desa. *Black garlic* sebagai produk UMKM yang dipromosikan sebagai makanan sehat, namun dalam prosesnya industri kecil ini memerlukan energi yang cukup besar khususnya dalam proses mengubah bawang putih hingga menjadi hitam (*black garlic*).

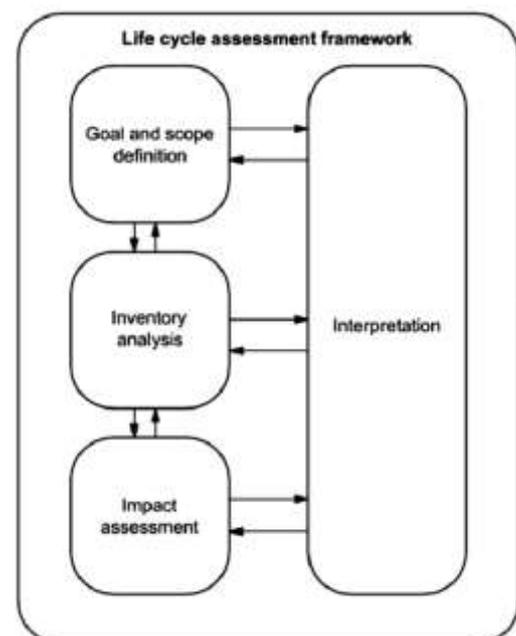
Dampak lingkungan yang dihasilkan dari tahapan proses produksi sebuah produk akan menjadi informasi yang berguna bagi konsumen dan menjadi nilai tambah bagi produk tersebut. Beberapa UMKM telah memiliki kajian dampak lingkungan dengan menggunakan pendekatan daur hidup seperti industri tahu (Rahmawati, dkk., 2022), ekstraksi nanas (Zulfikar & Prasetyawan, 2016). Namun belum ditemukan studi terkait dengan UMKM yang memproduksi *black garlic*.

Studi kasus di UMKM KWT Putri Rinjani diambil sebagai studi kasus untuk menghitung dampak lingkungan berupa jejak karbon dari *black garlic*. Produk *black garlic* yang dihasilkan oleh UMKM KWT Putri Rinjani sampai saat ini belum memiliki analisis dampak (jejak karbon) dari proses produksi yang dilakukan. Dengan demikian, tujuan dari kajian ini adalah untuk menghitung jejak karbon yang dihasilkan dalam proses produksi *black garlic* di UMKM KWT Putri Rinjani Kecamatan Sembalun Kabupaten Lombok Timur. Pendekatan penilaian daur hidup (*Life Cycle Assessment*) digunakan untuk menghitung jejak karbon *black garlic* Sembalun.

## 2. METODE PENELITIAN

Studi kasus produksi *black garlic* di KWT Putri Rinjani Desa Sembalun Bumbung, Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur dijadikan sebagai dasar perhitungan jejak karbon produksi *black garlic*.

Metode LCA yang digunakan mengacu pada prosedur ISO 14040 yang terdiri dari empat komponen, yaitu penentuan tujuan dan ruang lingkup (*goal and scope*), analisis inventori data (*inventory analysis*), penilaian dampak (*impact assessment*) dan interpretasi (J.S Adiansyah, Ningrum, Pratiwi, & Hadiyanto, 2019; Joni Safaat Adiansyah, 2022; Adiwinata, Suprihatin, & Mulyorini, 2021; Chaerul & Allia, 2020) seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Data yang diperoleh selanjutnya diolah dan dianalisis menggunakan *software* OpenLCA versi 1.11(Ciroth, Di Noi, Lohse, & Srocka, 2019) untuk dilakukan penilaian dampak. Adapun perhitungan dampak menggunakan metode CML-AI Baseline (Acero, Rodriguez, & Ciroth, 2016) dengan menggunakan database pendukung yaitu Agribalyse versi 3.0.1. OpenLCA adalah *free software* yang dikembangkan oleh GreenDelta sejak tahun 2006. Dalam OpenLCA melingkup input flow untuk material yang masuk dan keluar dari batasan sistem kegiatan, business process, dan penilaian dampak (*impact assessment*). Hal tersebut merefleksikan tahapan-tahapan LCA seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. LCA framework (ISO, 2006)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Tujuan dan Ruang Lingkup

Tujuan dari kajian ini adalah menghitung jejak karbon dari setiap tahapan proses produksi *black garlic*. Selain itu, kajian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi terhadap perbaikan berkelanjutan untuk menurunkan emisi karbon dari proses produksi *black garlic*. Adapun unit fungsi dari kajian ini adalah 150 Kg bawang putih basah yang diproduksi dalam waktu sebulan untuk menghasilkan 1.120 bungkus *black garlic*. Batasan kajian dari pengangkutan *raw material* sampai dengan pengemasan produk (*cradle to gate*). Proses daur hidup pada produksi *black garlic* KWT Putri Rinjani dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Daur hidup *black garlic*

Proses produksi dimulai dari proses pengangkutan bahan baku berupa bawang putih dari sawah atau rumah petani ke rumah produksi. Bawang putih yang dibeli dari petani berupa bawang putih segar yang masih basah. Pemilihan bawang putih basah agar KWT Putri Rinjani bisa memilih kualitas bawang putih. Bawang putih diangkut dari sawah ke rumah produksi menggunakan motor dan mobil. Proses pengangkutan ini dilakukan beberapa kali sambil memilih bawang putih kualitas bagus.

Setelah bawang putih basah diangkut ke rumah produksi, selanjutnya dilakukan proses penjemuran. Penjemuran masih sederhana, memanfaatkan terik matahari langsung. Penjemuran dilakukan dengan cara digantung, bawang putih disusun di talang bambu, bukan di lepas di tanah. Bahan penjemuran itu berupa bambu dan tali rafia. Selain itu menggunakan terpal khusus untuk bawang putih yang sudah hampir kering.

Setelah proses penjemuran selesai dilanjutkan dengan proses pengupasan.

Bawang yang putih yang rusak dipisahkan. Untuk pembuatan *black garlic* menggunakan bahan baku bawang putih terbaik. Jika ditemukan bawang siung tunggal, akan dipisahkan dan diolah dalam produk lain, yaitu bawang nunggal madu. Bawang putih itu difermentasi di dalam larutan madu. Tapi jumlah bawang putih siung tunggal ini sangat sedikit.

Setelah bahan baku bawang putih kering dan bersih didapatkan, selanjutnya proses pemanggangan. Dulu KWT Putri Rinjani menggunakan panci aluminium dan dipanaskan dengan LPG. Proses ini berlangsung sehari-hari, dan cukup merepotkan. Pemilik usaha harus rutin mengontrol api dan kondisi bawang putih. Perbaikan proses dilakukan dengan mengganti LPG dengan *rice cooker* dan setelah mencoba berbagai ukuran *rice cooker* dan dayanya, akhirnya ditemukan *rice cooker* dengan kapasitas 3 liter dan daya 450 watt yang paling bagus untuk proses pemanggang.

Setelah bawang putih dipangggang hingga menjadi hitam, selanjutnya didinginkan secara alami dan dimasukkan ke dalam kemasan. Saat ini kemasan yang digunakan adalah kemasan plastik *standing pouch*. Berbeda dengan kemasan dulu yang menggunakan kertas tebal dan dibungkus kertas bening. Proses pengemasan menggunakan bungkus kertas tebal lebih lama dan memakan biaya lebih mahal. Sekarang kemasan yang dipakai plastik *standing pouch* yang berimplikasi pada kebutuhan mesin pemanas untuk menutup plastik (*sealer cup*).

#### 3.2 Data Inventori

Inventori data *input* dan *output* dari produksi *black garlic* di KWT Rinjani Putri didapatkan melalui hasil wawancara dan observasi. Berdasarkan hasil wawancara, proses pengangkutan bahan baku berlangsung dalam sekali musim bawang putih. Pengangkutan bahan baku dilakukan beberapa kali dari berbagai lokasi sehingga bahan bakar rata-rata yang dibutuhkan untuk pembuatan *black garlic* sebulan dihitung berdasarkan berapa total pengangkutan dalam setahun, bahan bakar yang dibutuhkan selama proses pengangkutan, dibagi rata-rata selama 12 (dua belas) bulan. Proses pembuatan *black garlic* berlangsung setiap hari. Mesin pemanggang (*rice cooker*) dipakai hingga bawang putih menjadi hitam. Satu kali produksi akan berlangsung selama 13-15 hari sehingga dalam

sebulan mesin bekerja dua kali. Dalam proses pemanggangang tidak boleh terhenti prosesnya karena tidak adanya pasokan panas yang didapat dari listrik, akan mempengaruhi kualitas *black garlic*. Detail data inventori seperti disajikan pada Tabel 1.

Inventori data pada Tabel 1 merupakan sebuah proses kegiatan produksi *black garlic* di KWT Putri Rinjani. Dalam tabel ini terlihat kebutuhan yang berbeda-beda di setiap proses, dan terlihat proses persiapan yang membutuhkan banyak bahan. Nilai setiap material proses itu akan dianalisis menggunakan *software* OpenLCA untuk melihat seberapa besar jejak karbon yang dihasilkan dari proses pembuatan *black garlic* selama satu bulan.

Tabel 1. Data Inventori

UNIT PROSES	INPUT	JUMLAH	SATUAN	OUTPUT	JUMLAH	SATUAN
TRANSPORTASI	Bawang Putih	150	Kg	Bawang Putih	150	Kg
	Terpal Penjemuran	2	Lembar	Terpal Penjemuran	2	Lembar
	Bambu Penjemuran	15	Batang	Bambu Penjemuran	15	Batang
	Tali rafia pengikat bambu	1	Gulung	Tali rafia pengikat bambu	1	Gulung
	Standing Pouch Kemasan	1120	Buah	Standing Pouch Kemasan	1120	Buah
	Bensin	15	Liter	Emisi kendaraan	-	-
TAHAP PENJEMURAN	Bawang Putih	150	Kg	Bawang Putih Kering	142,5	Kg
TAHAP PENGUPASAN	Bawang Putih	142,5	Kg	Bawang putih bersih	140	kg
				Kulit bawang dan bawang rusak	2,5	Kg
TAHAP PEMANGGANGAN	Bawang Putih	140	kg	Black garlic (produk)	112	kg
	Plastik aluminium foil	2	Gulung	Sampah plastik	2	Gulung
	Rice Cooker	8	Buah	Listrik	450	watt
PROSES PENGEMASAN	Kemasan standing pouch	1120	Buah	Kemasan standing pouch	1120	Buah
	Mesin sealer	1	Buah	Listrik	450	watt

Dari data inventori terlihat bahwa material input untuk produksi *black garlic* yaitu antara lain bawang putih (*raw material*), bahan bakar (bensin jenis pertalite), listrik untuk *rice cooker* dan mesin *sealer*, kemasan dan plastik. Total raw material yang masuk ke dalam proses produksi selama satu bulan adalah 142,5 Kg dan setelah pengupasan akan terbagi menjadi dua jenis yaitu bawang putih bersih (140 Kg) dan kulit bawang dan bawang rusak sebesar 2,5 Kg.

### 3.3 Penilaian Dampak

Penilaian dampak merupakan tahapan ketiga untuk mengetahui nilai dan persentase dampak yang ditimbulkan dari sebuah unit-unit proses kegiatan, dimana material *input* dan *output* pada tahapan data inventori dianalisis menggunakan perhitungan LCA di *software* OpenLCA dengan menggunakan metode CML-AI Baseline. Hasil dari analisa penilaian dampak seperti yang ditampilkan

pada Tabel 2. Untuk klasifikasi dampak menggunakan *Global Warming Potential* (GWP-100) dengan faktor emisi (karakterisasi) setiap Gas Rumah Kaca (GRK) adalah sebagai berikut  $CO_2 = 1$ ,  $CH_4 = 28$ ,  $N_2O = 265$ .

Tabel 2. Jejak Karbon Setiap Tahapan

No	Unit Proses	Jumlah	Satuan
1	Proses pengangkutan	52,125	Kg CO <sub>2</sub> eq
2	Proses pemanggangan	46,707	Kg CO <sub>2</sub> eq
3	Proses pengemasan	6,930	Kg CO <sub>2</sub> eq
<b>Total</b>		<b>95,762</b>	

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 2, terlihat proses pengangkutan bahan baku (transportasi) menghasilkan total emisi terbesar yaitu 52,125 KgCO<sub>2</sub>eq. Sebuah kajian penilaian daur hidup terkait dengan produksi bawang merah juga menunjukkan bahwa tahapan transportasi menjadi penyumbang utama pada beberapa dampak antara lain pemanasan global dan eutropikasi (Simanihuruk, 2022). Proses pengangkutan ini menggunakan kendaraan motor dan mobil yang dilakukan dari berbagai sawah dan rumah petani di Kecamatan Sembalun. Metode pengangkutan dilakukan secara bertahap (sedikit demi sedikit) sehingga mempengaruhi pada jumlah bahan bakar yang dibutuhkan.

Proses pemanggangan menghasilkan emisi sebesar 46,707 KgCO<sub>2</sub>eq. Pemanggangan ini menggunakan *rice cooker* sebanyak 8 buah dimana setiap *rice cooker* membutuhkan energi listrik sebesar 450 watt. Penggunaan *rice cooker* pada tahap pemanggangan lebih mudah dikontrol terkait kualitas *black garlic* yang dihasilkan dibandingkan dengan penggunaan LPG seperti yang pernah dilakukan sebelumnya. LPG memerlukan prosesnya lebih rumit karena harus dikontrol setiap saat dan pemanggangan dengan bahan bakar LPG juga ada risiko terjadinya kebakaran dan *black garlic* yang terlalu gosong ketika lalai dikontrol.

Pada tahap pengemasan menggunakan kemasan plastik *standing pouch* sehingga butuh mesin *sealer cup* untuk menutup bagian atasnya. Mesin sealer cup yang digunakan kecil hanya 450 watt dan tidak membutuhkan listrik yang banyak. Pada proses ini menghasilkan jejak karbon sebesar 6,930 KgCO<sub>2</sub>eq.

Adapun unit kegiatan proses produksi *black garlic* yang tidak menghasilkan jejak karbon yaitu pada kegiatan penjemuran dan

pengupasan. Penjemuran menggunakan energi matahari dan tidak menggunakan pemanas yang membutuhkan energi listrik atau bahan bakar. Selanjutnya proses pengupasan, hanya menggunakan pisau dan gunting. Output berupa bawang rusak digunakan sebagai bumbu dapur sehingga tidak ada limbah yang harus dibuang ke tempat pembuangan sampah.

#### 4. KESIMPULAN

*Black garlic* sebagai sebuah produk dari UMKM memerlukan dukungan terhadap deklarasi lingkungan produk (*environmental product declaration*). Dukungan terhadap deklarasi lingkungan produk akan memberikan nilai tambah sebuah produk dari aspek keberlanjutan (*sustainability*). LCA yang digunakan sebagai metode untuk menghitung jejak karbon dari produk *black garlic* di Desa Sembalun menunjukkan bahwa penyumbang terbesar jejak karbon adalah proses pengangkutan (transportasi) dari bawang putih (*raw material*). Selanjutnya proses pemanggangang, dan terakhir proses pengemasan sebagai dua penyumbang jejak karbon dari proses produksi *black garlic* Sembalun.

*Environmental hotspot* dari proses pengangkutan berasal dari penggunaan bahan bakar (bensin) saat membawa bawang putih (*raw material*) ke lokasi proses produksi. Disisi lain kebutuhan energi listrik untuk proses pemanggangang dan pengemasan *black garlic* menjadi faktor utama yang menghasilkan jejak karbon. Beberapa perbaikan berkelanjutan yang dapat diterapkan untuk mengurangi jejak karbon dalam proses produksi *black garlic* Sembalun adalah antara lain:

1. Proses pengangkutan dilakukan sekali saja dan dilakukan penyimpanan (stocking) bawang putih di lokasi sentra produksi *black garlic* dimana hal ini dapat menghemat penggunaan bahan bakar (bensin).
2. Menggunakan kendaraan yang memiliki teknologi dengan efisiensi pembakaran yang lebih baik misalnya standar EURO-3 atau EURO-4. Selain itu opsi penggunaan kendaraan listrik bisa juga dipertimbangkan untuk pengangkutan bawang putih dari lokasi panen menuju industri pemrosesan *black garlic*.
3. Menggunakan *rice cooker* dengan sistem *inverter* sehingga penggunaan daya listrik lebih kecil. Dengan penggunaan daya listrik

yang lebih efisien tentu akan menurunkan jejak karbon dari proses pemanggangang.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Acerro, A. , Rodriguez, C., & Citroth, A. (2016). *LCIA methods: Impact assessment methods in Life Cycle Assessment and their impact categories*. Berlin: GreenDelta.
- Adiansyah, J.S, Ningrum, N. P., Pratiwi, D., & Hadiyanto, H. (2019). Kajian Daur Hidup ( Life Cycle Assessment ) dalam Produksi Pupuk Urea : Studi Kasus PT Pupuk Kujang, 17(3), 522-527. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.522-527>
- Adiansyah, Joni Safaat. (2022). Jejak Karbon Pada Tahap Operasional Agro-eduwisata Kota Mataram Menggunakan Pendekatan Penilaian Daur Hidup. *Teknosains*, 11(2), 91-100.
- Adiwinata, F., Suprihatin, S., & Mulyorini, R. (2021). Analisis Daur Hidup (Life Cycle Assessment) Pengolahan Kopi Bubuk Robusta Secara Basah di Industri Kecil Menengah (IKM) Beloe Klasik Lampung. *Agrointek*, 15(4).
- Chaerul, M., & Allia, V. (2020). Tinjauan Kritis Studi Life Cycle Assessment (LCA) di Indonesia. *Serambi Engineering*, 5(1).
- Ciroth, A., Di Noi, C., Lohse, T., & Srocka, M. (2019). *OpenLCA 1.9: Comprehensive User Manual*. Berlin: GreenDelta. Retrieved from [https://www.openlca.org/wp-content/uploads/2019/07/openLCA-1-9\\_User-Manual.pdf](https://www.openlca.org/wp-content/uploads/2019/07/openLCA-1-9_User-Manual.pdf)
- ISO. (2006). Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework ISO 14040. Geneva Switzerland.
- Pangestu, Idi, T. Y., & Setyawan, A. B. (2020). Pengaruh Pemberian Black Garlic terhadap Perubahan Gula Darah pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe II di Wilayah Kerja Puskesmas Segiri Samarinda. *Borneo Student Research*, 1(3).
- Rahmawati, E., Auvaria, S.W., Nengse, S., Yusrianti, Utama, T.T. (2022). *Analysis of Global Warming Potential in Tofu Industry (Case Study: Industry X, Gresik)*. *Serambi Engineering*, Vol VII No.4, 3994-4000. DOI: <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4913>
- Simanihuruk, J. (2022). *Life Cycle Assessment (LCA) untuk Analisis Energi pada Produksi Bawang Merah (Allium Ascalonicum L.) Sistem Digital Farming*. Universitas Sumatera Utara.

Zulfikar, A., & Prasetyawan, Y. (2016). Analisa Life Cycle Assessment pada Proses Produksi di UMKM Murni Mandiri, Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri. *Jurnal Teknik ITS*.