

Penerapan *Biodigester* Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka Berbasis Pemberdayaan Masyarakat Berkelanjutan di Rumah Produksi Pangan Selopamioro, Yogyakarta

(Biodigester Implementation for Tapioca Industrial Wastewater Treatment Based on Sustainable Community Empowerment at Selopamioro Food Production House, Yogyakarta)

Prieskarinda Lestari^{1*}, Lilik Sutiarmo¹, Joko Nugroho Wahyu Karyadi¹, Rudiati Evi Masithoh¹, Ngadisih¹, Radi¹, Andri Prima Nugroho¹, Makbul Hajad¹, Aryanis Mutia Zahra¹

¹Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta, 55281

*Penulis Korespondensi: prieskarindalestari@ugm.ac.id

ABSTRAK

Singkong merupakan salah satu komoditas unggulan di Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Produktivitas singkong di Desa Selopamioro cukup tinggi mencapai 2,75 ton/ha dengan luas total lahan 415 ha. Namun, potensi besar komoditas singkong tersebut masih menghadapi berbagai tantangan dari sektor petani, produksi, kualitas, rendahnya harga jual, hingga terbatasnya akses pemasaran. Pengolahan singkong menjadi tepung singkong termodifikasi (*modified cassava flour*, Mocaf) dan olahan pangannya merupakan inovasi yang telah diterapkan di rumah produksi pangan (RPP) Selopamioro untuk meningkatkan nilai tambah singkong dan diversifikasi produknya. RPP Selopamioro juga dikelola bersama oleh kelompok petani. Namun, proses pembuatan mocaf menghasilkan air limbah sehingga menyebabkan permasalahan bau tidak sedap di masyarakat dan mencemari lingkungan karena belum diolah secara tepat. Air limbah mocaf bersifat asam dan tinggi kandungan bahan organik. Kegiatan pemberdayaan masyarakat ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan bau akibat air limbah mocaf di masyarakat, penerapan *biodigester* sebagai teknologi pengolahan limbah berkelanjutan, menjadikan RPP Selopamioro sebagai sentra transfer pengetahuan pengolahan pangan berwawasan lingkungan, implementasi model pemberdayaan masyarakat berkelanjutan. Kegiatan dilaksanakan pada Juli – September 2022 dengan monitoring berkala. Implementasi *biodigester* mampu mengolah air limbah mocaf dengan persentase penyisihan BOD, COD, TDS, sianida, total amonia masing-masing berkisar 97,47; 96,53; 12,94; 93,75; 97,17%, dan meningkatkan DO hingga 614,29%. Hal ini sekaligus menyelesaikan permasalahan bau tidak sedap karena air limbah mocaf sudah terolah dengan tepat dan tidak ada lagi keluhan dari masyarakat. Hasil pelaksanaan kegiatan juga telah mampu mengimplementasikan model pemberdayaan masyarakat berkelanjutan dan mewujudkan sentra pengolahan produk pangan lokal berwawasan lingkungan.

Kata kunci: *biodigester*, lingkungan, mocaf, pemberdayaan masyarakat, singkong

ABSTRACT

Cassava is one of the superior commodities in Selopamioro Village, Imogiri District, Bantul Regency, Special Region of Yogyakarta. Cassava's high productivity in the Selopamioro Village is up to 2,75 tons/ha with total land area of 415 ha. However, this potential condition still faces various

challenges in the sectors of farmers, production, quality, low selling prices, limited market accessibility. Processing cassava into modified cassava flour (Mocaf) is implemented innovation at Selopamioro Food Production House (FHP) for increasing cassava added value and its diversification products. The Selopamioro is also jointly managed by the farmer groups. However, mocaf production could produce wastewater which cause odor problems in the community and environmental pollution due to improper treatment. The mocaf wastewater is acidic and contains high organic matter. The community empowerment aimed to solve odor problems in the community, implement biodigester as sustainable wastewater treatment technology, create the Selopamioro FHP as a transferring knowledge center regarding food processing with environmentally sound, implement sustainable community empowerment model. The activity was carried out in July - September 2022 with periodic monitoring. Biodigester implementation has treated the mocaf wastewater with removal percentages of BOD, COD, TDS, cyanide, total ammonia were 97,47; 96,53; 1,94; 93,75; 97,17%, respectively and increased DO up to 614,29%. The community empowerment has successfully solved odor and environmental problems since biodigester implementation, in which no more complaints from the public. Sustainable community empowerment model and local food processing center with environmentally sound also have been implemented in the Selopamioro Village.

Keywords: biodigester, cassava, community empowerment, environment, mocaf

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara produsen dan pengekspor produk pertanian terbesar di dunia (Statista 2022a). Hal ini dipengaruhi oleh peran penting agroindustri sebagai sektor terbesar dalam penyerapan tenaga kerja di Indonesia. Bahkan, pertanian dan agroindustri merupakan sektor yang berperan penting sebagai kontributor terbesar kedua terhadap nilai produk domestik bruto Indonesia. Namun, sektor pertanian saat ini masih harus menghadapi berbagai tantangan dan permasalahan yang kompleks di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Hal ini juga dipengaruhi oleh banyaknya masyarakat yang bergantung pada sektor pertanian. Di sisi lain, pandemi Covid-19 juga turut memberikan dampak terhadap berbagai sektor (Surni *et al.* 2021). Pertanian menjadi salah satu sektor yang paling terdampak dan rentan akibat pandemi Covid-19 (Rozaki 2021). Pandemi Covid-19 dapat berdampak terhadap ketahanan dan produktivitas pangan, rantai pasok dan tingkat pemasaran, penurunan daya beli, hingga pengaruhnya terhadap kesejahteraan kelompok tani (Ikhsan dan Virananda 2021). Salah satu dampak dan permasalahan besar yang secara langsung dialami oleh kelompok tani akibat pandemi Covid-19 adalah kesenjangan antara tingginya jumlah pasokan terhadap rendahnya permintaan dan daya beli komoditas pangan (Surni *et al.* 2021). Kondisi ini membutuhkan adanya implementasi solusi berbasis percepatan rantai pasok untuk mengoptimalkan produktivitas tanaman pangan yang cukup tinggi.

Singkong merupakan salah satu tanaman pangan dengan produktivitas tinggi di Indonesia. Produktivitas singkong di Indonesia menempati peringkat kedua terbesar di negara-negara Asia Pasifik dengan jumlah produksi mencapai 18.302×10^3 metrik ton pada tahun 2020 (Statista 2022b). Singkong juga merupakan tanaman yang paling potensial dalam mendukung ketahanan pangan (Muslim 2017; Kementerian Pertanian 2016). Singkong dapat berperan sebagai bahan pangan fungsional pengganti beras karena tinggi kandungan karbohidrat (25,3 – 35,7%), protein (0,3 – 3,5%), serat (0,1 – 3,7%) dan lemak (0,03 – 0,5%) (Ariani *et al.* 2017; Salvador *et al.* 2014).

Desa Selopamioro merupakan salah satu daerah potensial penghasil singkong yang berlokasi di Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa

Yogyakarta. Produktivitas singkong di Desa Selopamioro mencapai 2,75 ton/ha dengan luas lahan tanaman mencapai 415 ha. Namun, kondisi tingginya produktivitas singkong di Desa Selopamioro masih menghadapi berbagai tantangan. Komoditas singkong hanya dijual dalam kondisi mentah dengan harga jual yang berfluktuasi dan cukup rendah (Rp800,00 – Rp1.000,00/kg). Hal ini menyebabkan kesenjangan antara tingginya biaya produksi dan rendahnya harga jual, serta keterbatasan akses terhadap pemasaran yang berdampak kepada kesejahteraan para petani.

Salah satu inovasi dan solusi berbasis percepatan rantai pasok komoditas singkong yang telah diterapkan di Desa Selopamioro adalah pengolahan singkong menjadi tepung singkong modifikasi (*modified cassava flour*, Mocaf). Tepung mocaf merupakan produk tepung singkong yang termodifikasi secara fermentasi sehingga menghasilkan tepung dengan karakteristik menyerupai terigu (Gusriani *et al.* 2021; Arsyad 2016). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah dan nilai ekonomis singkong melalui diversifikasi produk menjadi tepung mocaf dan olahan pangan lokal lainnya. Tepung mocaf juga memiliki berbagai keunggulan, seperti kandungan protein yang lebih tinggi, karakteristik fisik-kimia yang lebih baik, nilai glikemik yang rendah sehingga dapat dikonsumsi oleh penderita diabetes dan obesitas, serta bebas gluten (Kardhinata *et al.* 2019; Suryaningrum dan Rustanti 2016).

Pengolahan singkong menjadi tepung mocaf telah dilaksanakan di rumah produksi pangan (RPP) Selopamioro. RPP Selopamioro yang dikelola secara bersama oleh kelompok tani di Desa Selopamioro telah menjadi pusat produksi, pemasaran, dan transfer pengetahuan (*center of transfer knowledge*) bagi para masyarakat dan kelompok tani terkait pengolahan pangan lokal berbasis singkong dan tepung mocaf. RPP Selopamioro juga telah dilengkapi oleh berbagai peralatan produksi pangan dan senantiasa mendapat pendampingan berkala. Pengolahan singkong menjadi tepung mocaf dan diversifikasi produknya di RPP Selopamioro merupakan hasil dari kegiatan pemberdayaan masyarakat bertema teknologi *smart traceability* pada sistem agroindustri berbasis pangan tradisional untuk percepatan produktivitas kelompok tani pasca pandemi covid-19 yang dilaksanakan oleh Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem (DTPB), Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada pada tahun 2020 hingga 2022.

Di sisi lain, proses pengolahan singkong menjadi tepung mocaf menyebabkan permasalahan lingkungan di RPP Selopamioro. Hal ini terjadi karena air limbah dari proses fermentasi mocaf langsung dibuang ke lingkungan tanpa ada pengolahan yang tepat. Kondisi tersebut menyebabkan timbulnya permasalahan bau yang tidak sedap dan pencemaran lingkungan. Permasalahan bau yang tidak sedap disebabkan karena karakteristik air limbah dari fermentasi mocaf yang bersifat asam dan tinggi kandungan bahan organik (Yaqin *et al.* 2019). Permasalahan ini juga dikhawatirkan menimbulkan konflik sosial karena ketidaknyamanan masyarakat di sekitar lokasi. Kondisi tersebut menyebabkan penting dan mendesaknya penerapan pengolahan mocaf dan air limbah mocaf secara tepat dan berwawasan lingkungan serta melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam manajemen pengetahuan pangan lokal. Hal inilah yang menjadi fokus utama inovasi dalam kegiatan pemberdayaan masyarakat di Desa Selopamioro ini.

Salah satu inovasi teknologi pengolahan limbah cair yang tepat untuk diterapkan dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan *biodigester* (Subagio *et al.* 2013; Wintolo dan Isdiyanto 2011). Pengolahan secara *anaerobic digester* di *biodigester* merupakan salah satu cara yang efektif untuk mengolah air limbah industri tapioka yang tinggi kandungan bahan organik sekaligus dapat menghasilkan biogas pada waktu yang sama (Gustafson 2015). Penerapan teknologi *biodigester* dalam mengolah limbah cair mocaf dapat meminimalisir risiko lingkungan dan sosial, serta mengoptimalkan potensi

pemanfaatan limbah cair menjadi biogas sebagai sumber energi (Subagio *et al.* 2013). Menurut Wintolo dan Isdiyanto (2011), penerapan teknologi *biodigester* sebagai instalasi pengolahan air limbah di industri tapioka harus mempertimbangkan beberapa faktor kontrol lingkungan sehingga proses pengolahan, pemanfaatan metana sebagai bioenergi, dan mencegah terlepasnya emisi ke lingkungan dapat berjalan optimal. Oleh karena itu, kegiatan pemberdayaan masyarakat ini bertujuan untuk: 1) Mengatasi permasalahan bau akibat air limbah mocaf di masyarakat; 2) Penerapan *biodigester* sebagai teknologi pengolahan limbah berkelanjutan; 3) menjadikan RPP Selopamioro sebagai sentra *transfer knowledge* pengolahan pangan berwawasan lingkungan, dan implementasi model pemberdayaan masyarakat berkelanjutan.

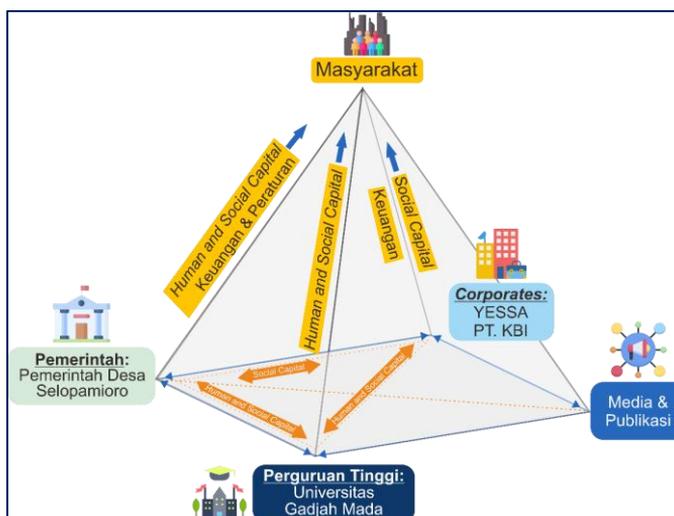
METODE PENERAPAN INOVASI

Sasaran Inovasi

Pelaksanaan pemberdayaan masyarakat di RPP Selopamioro memiliki tiga target sasaran, yaitu: 1) Anggota aktif RPP Selopamioro sekaligus anggota kelompok wanita tani (KWT); 2) Anggota kelompok tani, terutama para petani singkong; dan 3) Masyarakat di Desa Selopamioro. Anggota aktif RPP sekaligus kelompok wanita tani di Desa Selopamioro menjadi sasaran utama inovasi karena berperan aktif dalam menjalankan dan menjaga kesinambungan kegiatan operasional di RPP, termasuk pengolahan air limbahnya. Selain itu, sasaran inovasi juga ditujukan kepada para petani singkong dengan cara meningkatkan akses terhadap pasar dan serapan daya beli terhadap penjualan komoditas singkong melalui keberadaan RPP Selopamioro. Di sisi lain, masyarakat di Desa Selopamioro juga menjadi target sasaran pemberdayaan masyarakat secara tidak langsung melalui berbagai kegiatan aktif pelatihan dan pendampingan, serta penggerakan produk berbasis UMKM di RPP Selopamioro.

Inovasi yang Digunakan

Fokus inovasi pada kegiatan pemberdayaan masyarakat ini adalah pengolahan mocaf berwawasan lingkungan dan manajemen pengetahuan (*knowledge management*) pangan lokal. Inovasi yang digunakan adalah instalasi sistem saluran pembuangan (*sewerage system*) dari dapur basah RPP Selopamioro dan pengaktifan kembali *biodigester* untuk pengolahan air limbah mocaf. Instalasi *sewerage system* dilakukan dengan menghubungkan *output* saluran pembuangan air limbah dari dapur basah RPP Selopamioro menuju saluran *input biodigester*. Pengaktifan kembali *biodigester* dilakukan dengan tujuan pemanfaatan dan optimalisasi teknologi pengolahan limbah berbasis *anaerobic digestion* yang sudah ada di lingkungan sekitar RPP Selopamioro. *Biodigester* tersebut sebelumnya digunakan untuk pengolahan kotoran ternak dan sempat tidak aktif beberapa waktu dikarenakan tidak adanya input. Inovasi yang digunakan diharapkan mampu mengolah air limbah mocaf sesuai baku mutu, menyelesaikan permasalahan bau, serta mencegah dan meminimalisir pencemaran lingkungan. Di sisi lain, fokus inovasi utama lainnya dalam kegiatan pemberdayaan ini adalah inovasi komunikasi untuk menggerakkan keterlibatan masyarakat dalam semua tahapan kegiatan guna menjamin keberlanjutan program. Ilustrasi model pemberdayaan masyarakat yang berkelanjutan dalam pengolahan air limbah mocaf di RPP Selopamioro dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model pemberdayaan masyarakat yang diterapkan di RPP Selopamiro, modifikasi model Badaruddin *et al.* (2017)

Implementasi model pemberdayaan masyarakat yang berkelanjutan yang diterapkan di RPP Selopamiro dalam kegiatan pemberdayaan masyarakat ini mengusung inovasi komunikasi, keterlibatan, kerjasama, dan kerjasama aktif dari berbagai pihak yang terlibat (Gambar 1). Masyarakat turut berpartisipasi aktif dalam semua tahapan kegiatan dan secara bersamaan didukung oleh keterlibatan aktif dan peran serta berbagai pihak dari pemerintah, perguruan tinggi, *corporates*, serta media dan publikasi. Hal ini menjadi kunci utama terlaksananya pemberdayaan masyarakat yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dalam kegiatan ini. Implementasi model pemberdayaan masyarakat yang berkelanjutan inilah yang menjadi inovasi yang diwujudkan di Desa Selopamiro. Hal ini merupakan modifikasi model Badaruddin *et al.* (2017). Pada kegiatan ini, pemerintah Desa Selopamiro berkontribusi secara *human capital* dalam bentuk dukungan perangkat desa dan *social capital* dalam bentuk dukungan koordinasi kerja sama dan peraturan guna mendukung kegiatan RPP. Universitas Gadjah Mada sebagai perguruan tinggi berkontribusi secara *human and social capital* yaitu sebagai fasilitator dan mediator dalam mengkoordinasi keterlibatan berbagai pihak, instalasi, dan diskusi monitoring berkala. Pihak *corporates*, *Yanmar Environmental Sustainability Support Association* (YESSA) dan PT Kliring Berjangka Indonesia (PT KBI) berkontribusi secara *social capital* dalam bentuk dukungan finansial. Keterlibatan aktif antara pemerintah desa, perguruan tinggi, dan *corporates* juga turut didukung oleh peranan media dan publikasi. Media dan publikasi berperan sebagai fasilitator dan mediasi perantara sebagai sarana komunikasi aktif antara pihak pemerintah, perguruan tinggi, *corporates* terhadap masyarakat dan juga sebaliknya. Di sisi lain, media dan publikasi juga turut berperan sebagai sarana edukasi, *transfer knowledge*, dan memperluas aksesibilitas produk-produk olahan pangan hasil RPP Selopamiro terhadap pasar melalui pemasaran digital.

Kondisi tersebut akan menciptakan kondisi ideal inovasi komunikasi dan keterlibatan aktif dari berbagai pihak tersebut guna mewujudkan pemberdayaan masyarakat yang berkelanjutan. Hal tersebut tentunya secara langsung akan mendukung kontribusi masyarakat (anggota aktif RPP Selopamiro/KWT, kelompok tani, dan masyarakat). Dalam hal ini, masyarakat juga turut berkontribusi sebagai *social capital* dengan berperan aktif dan turut suka rela berswadaya dalam menanggung tenaga kerja dan konsumsi

selama durasi pembangunan dapur basah RPP dan instalasi *sewerage system*. Kegiatan operasional terkait produksi mocaf dan olahan pangan lainnya berbasis mocaf dan singkong secara aktif dan mandiri juga dikelola oleh anggota aktif RPP dan kelompok tani. Bahkan, perawatan dan operasional instalasi *sewerage system* yang telah dibangun juga dilakukan oleh swadaya masyarakat.

Metode Penerapan Inovasi

Metode penerapan inovasi pada pemberdayaan masyarakat ini dilakukan melalui empat rangkaian kegiatan, yaitu survei pendahuluan kondisi eksisting, instalasi *sewerage system* dan pengaktifan kembali reaktor *biodigester*, pengujian karakterisasi sampel air limbah sebelum dan setelah terolah secara berkala, serta monitoring dan pendampingan berkala. Survei pendahuluan untuk mendapatkan gambaran kondisi eksisting di lokasi telah dilaksanakan pada 10 Maret 2022. Instalasi *sewerage system* dan pengaktifan kembali *biodigester* telah dilaksanakan pada Maret dan Mei 2022. Pengujian karakterisasi air limbah secara berkala dilaksanakan pada Juli – September 2022.

Lokasi, Bahan, dan Alat Kegiatan

Kegiatan pemberdayaan masyarakat ini dilaksanakan di RPP Selopamioro, Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul. Lokasi reaktor *biodigester* berada \pm 100 m di sebelah barat dari dapur basah RPP Selopamioro. Survei pendahuluan dilaksanakan di RPP Selopamioro, di sekitar reaktor *biodigester*, dan perumahan warga di sekitar RPP Selopamioro (Gambar 2a – Gambar 2c). Lokasi instalasi *sewerage system* dari dapur basah RPP Selopamioro menuju *input biodigester* melewati bagian belakang rumah warga. Alat dan bahan yang dibutuhkan pada saat instalasi *sewerage system* adalah bak penampung air limbah di dapur basah RPP Selopamioro dan saluran pembuangan (*sewerage*) terbuat dari pipa PVC ukuran $\frac{3}{4}$ inch, batu bata, semen. Keseluruhan instalasi *biodigester* terdiri dari saluran *inlet/input*, reaktor, sistem pipa penyalur gas, *outlet* ruang pemisah, dan bak penampung akhir. *Biodigester* yang diaktifkan kembali dan digunakan pada kegiatan ini merupakan tipe kubah tetap (*fixed dome*) terbenam dalam tanah dengan dimensi diameter 2,5 m, tinggi 1,8 m, dan kapasitas volume 8 m³. Alat dan bahan yang dibutuhkan pada saat pengambilan dan pengujian sampel air limbah adalah botol jerigen 1 L, *disposable syringe* 200 mL, selang plastik berdiameter 3 mm sepanjang 3 m, DO meter, pH meter, termometer digital, dan *cool box*.



Gambar 2. a) Rumah produksi pangan Selopamioro; b) Kondisi di sekitar *biodigester*; c) Jalur perencanaan instalasi *sewerage system* yang melewati belakang rumah warga

Pengumpulan dan Analisis Data

Pengujian kualitas air dilakukan dengan pengambilan sampel dari air limbah mocaf terfermentasi, saluran *input* dan kolam *output biodigester*. Pengujian karakteristik sampel diujikan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Yogyakarta setiap satu bulan sekali. Analisis hasil uji kualitas air dilakukan secara analisis deskriptif sederhana. Monitoring dan pendampingan berkala di RPP Selopamioro terkait pengolahan singkong menjadi mocaf dan olahannya dilakukan setiap 2 – 3 minggu sekali melalui diskusi interaktif. Pengujian sampel air limbah sebelum dan setelah terolah dilaksanakan pada Juli, Agustus, dan September 2022 secara berkala setiap satu bulan sekali. Parameter yang diujikan adalah pH, suhu, *biochemical oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), *dissolved oxygen* (DO), *total dissolved solids* (TDS), sianida, dan total amonia. Monitoring dan pendampingan berkala dilakukan setiap 2 minggu selama bulan Juli – September 2022. Perhitungan efektivitas kemampuan *biodigester* dalam mengolah air limbah mocaf dihitung berdasarkan persamaan (1) dan (2). Persamaan (1) digunakan untuk menghitung persentase penyisihan pencemar berdasarkan parameter BOD, COD, TDS, sianida, dan total amonia. Persamaan (2) digunakan untuk menghitung persentase peningkatan nilai DO, dimana semakin tinggi nilai DO mengindikasikan peningkatan dan perbaikan kualitas air. Konsentrasi *input* merupakan hasil karakterisasi awal air limbah mocaf dan konsentrasi *output* terolah setelah dari *biodigester*.

$$\text{Persentase penyisihan pencemar (\%)} = \frac{(\text{konsentrasi input} - \text{konsentrasi output terolah})}{\text{konsentrasi input karakteristik air limbah mocaf}} \times 100 \quad (1)$$

(parameter BOD, COD, TDS, sianida, total amonia)

$$\text{Persentase peningkatan DO (\%)} = \frac{(\text{konsentrasi output terolah} - \text{konsentrasi input})}{\text{konsentrasi input karakteristik air limbah mocaf}} \times 100 \quad (2)$$

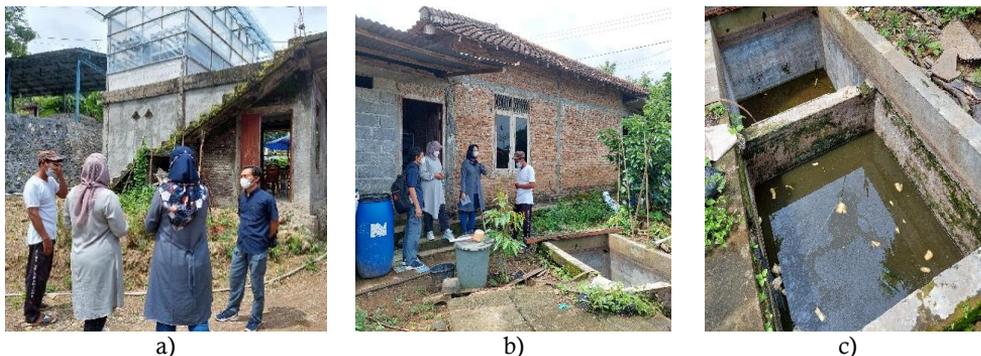
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Kegiatan

1. Survei Pendahuluan Kondisi Eksisting

Kegiatan survei pendahuluan untuk mengetahui dan mengkaji kondisi eksisting di RPP Selopamioro dan lokasi di sekitarnya telah dilaksanakan pada 10 Maret 2022. Survei dilakukan dengan kunjungan lapangan dan diskusi langsung dengan pengelola aktif RPP Selopamioro serta masyarakat sekitar. Hasil survei menunjukkan bahwa air limbah mocaf hanya dibuang langsung ke lingkungan tanpa adanya pengolahan. Kondisi tersebut menyebabkan timbulnya permasalahan bau tidak sedap, konflik sosial, dan pencemaran lingkungan. Permasalahan bau tidak sedap akibat air limbah mocaf didasarkan pada keluhan dari masyarakat terdampak yang disampaikan dan dirasakan secara langsung saat survei awal.

Pada saat survei pendahuluan kondisi eksisting, tim pemberdayaan masyarakat telah merencanakan alur jaringan instalasi *sewerage system* dari dapur basah RPP Selopamioro menuju saluran *input biodigester* yang melewati belakang rumah warga (Gambar 2 – Gambar 3). Perencanaan alur jaringan instalasi tersebut telah dikoordinasikan dan disetujui oleh anggota RPP Selopamioro dan masyarakat. Survei pendahuluan juga dilaksanakan untuk mengkaji kondisi eksisting proses pengolahan singkong menjadi mocaf, olahan pangan, kegiatan pemasaran, serta potensi volume limbah cair yang dihasilkan saat proses produksi dilakukan di RPP Selopamioro (Gambar 4).



Gambar 3. Survei pendahuluan kondisi eksisting; a) Rencana konstruksi dapur basah RPP Selopamioro; b) Reaktor biogas; c) Kolam *output*



Gambar 4. Berbagai olahan pangan berbasis singkong dan mocaf yang dikembangkan:
a) Tepung & mie mocaf; b) Singkong beku; c) Kue kering; dan d) Brownis mocaf

Proses produksi mocaf terdiri atas beberapa tahapan yaitu pengupasan, pencucian, pembuatan *chip* singkong, fermentasi *chip* singkong selama 3 – 5 hari, penjemuran, penggilingan, hingga didapatkan tepung mocaf. Tahapan pencucian dan fermentasi pada proses pembuatan mocaf merupakan sumber utama air limbah dari industri tapioka ini. Proses pencucian diestimasikan membutuhkan 20 L air bersih untuk setiap 10 kg singkong yang akan diolah. Pada proses fermentasi, setiap 10 kg singkong

membutuhkan 10 L air bersih. RPP Selopamioro mampu mengolah 50 kg singkong untuk produksi mocaf setiap minggunya. Berdasarkan kedua tahapan proses pembuatan mocaf tersebut, diperkirakan 150 L air limbah dihasilkan oleh RPP Selopamioro setiap minggu per satu kali produksi. Di sisi lain, volume total air limbah dari RPP Selopamioro juga harus memperhatikan adanya potensi tambahan dari sumber lainnya, seperti kegiatan domestik di dapur basah untuk produksi berbagai olahan pangan berbasis singkong dan mocaf, seperti singkong beku, mie, brownis, kue kering berbasis mocaf (Gambar 4).

2. Instalasi Sewerage System dan Pengaktifan Kembali Biodigester

Instalasi *sewerage system* dilaksanakan dengan melanjutkan konstruksi pembangunan dapur basah yang sedang dibangun di RPP Selopamioro. Bak air limbah mocaf ditempatkan di dekat bagian saluran pembuangan di dapur basah RPP Selopamioro (Gambar 5a – 5b). Saluran pembuangan tersebut terhubung dengan instalasi *sewerage system* yang langsung menuju *input biodigester* (Gambar 5c – 5e). Instalasi *sewerage system* dipasang dengan memanfaatkan perbedaan ketinggian antara dapur basah menuju *biodigester*. Pengaktifan kembali *biodigester* dilakukan dengan menata kembali kondisi sekitar dan memastikan tidak ada sumbatan dan gangguan aliran di dalam saluran dan reaktor (Gambar 5a – 5e). Masyarakat (pengelola RPP dan pemilik biogas digester) terlibat dalam pengambilan keputusan instalasi *sewerage system*. Jalur pemasangan perpipaan dan desain saluran pembuangan limbah ditetapkan berdasarkan koordinasi bersama dan keputusan persetujuan masyarakat. Bahkan, masyarakat turut suka rela dan berswadaya dalam menanggung tenaga kerja, konsumsi, dan material konstruksi dalam pembangunan instalasi.

Setelah instalasi *sewerage system* dan pengaktifan kembali *biodigester* telah dilakukan, hal ini juga selaras dengan telah selesainya konstruksi pembangunan dapur basah di RPP Selopamioro. Kondisi tersebut mendukung untuk dilakukannya implementasi *biodigester* dalam mengolah air limbah mocaf. Air limbah mocaf dan air limbah domestik dari dapur basah RPP Selopamioro masuk ke saluran pembuangan dan terkoneksi dengan instalasi *sewerage system*. Secara kontinu, air limbah tersebut akan masuk ke saluran *input biodigester* dan masuk ke reaktor untuk diolah secara *anaerobic digestion*. Hanya air limbah mocaf dan air limbah domestik dari dapur basah RPP Selopamioro yang masuk ke *biodigester* dan tidak ada tambahan bahan organik atau material apapun. Proses pengolahan dilakukan dalam kondisi *anaerobic digestion* dengan memanfaatkan bakteri *indigeneous*. Proses pengolahan dapat berlangsung minimal 1 minggu hingga air limbah terolah keluar menuju kolam *output*. Pada kegiatan ini, biogas mampu dihasilkan setelah 2 – 3 bulan setelah pengaktifan kembali *biodigester* dalam mengolah air limbah. Biogas kemudian disalurkan ke dapur masyarakat melalui saluran pipa penyalur gas.

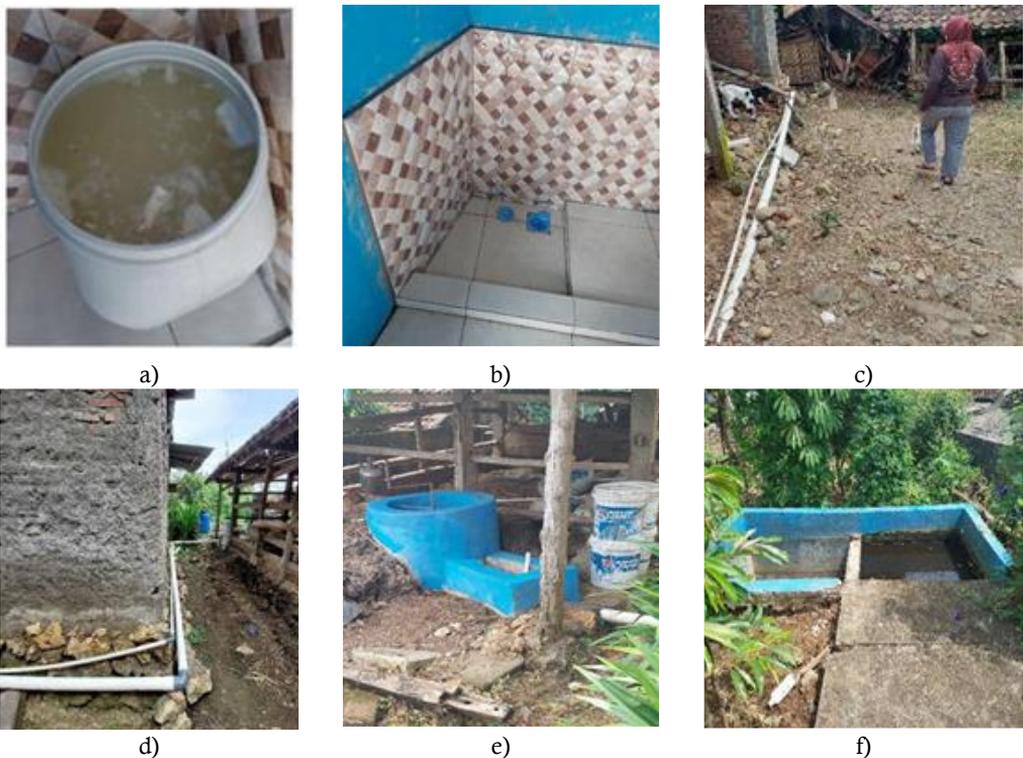
3. Pengujian Berkala Kualitas Air Limbah Mocaf Sebelum dan Setelah Terolah

Pengujian kualitas air limbah mocaf sebelum dan setelah terolah dilaksanakan secara berkala setiap satu bulan sekali pada bulan Juli, Agustus, dan September. Hal ini disesuaikan dengan durasi proses dan periode produksi tepung mocaf di RPP Selopamioro. Proses produksi mocaf di RPP Selopamioro memerlukan waktu 1 – 2 minggu dengan periode produksi satu bulan sekali. Permasalahan lingkungan utama dari proses produksi mocaf adalah air limbah hasil fermentasi yang bersifat asam dan tinggi kandungan bahan organik (Yaqin *et al.* 2019). Oleh karena itu, karakterisasi air limbah mocaf hasil fermentasi telah dilakukan sebagai langkah awal untuk menetapkan

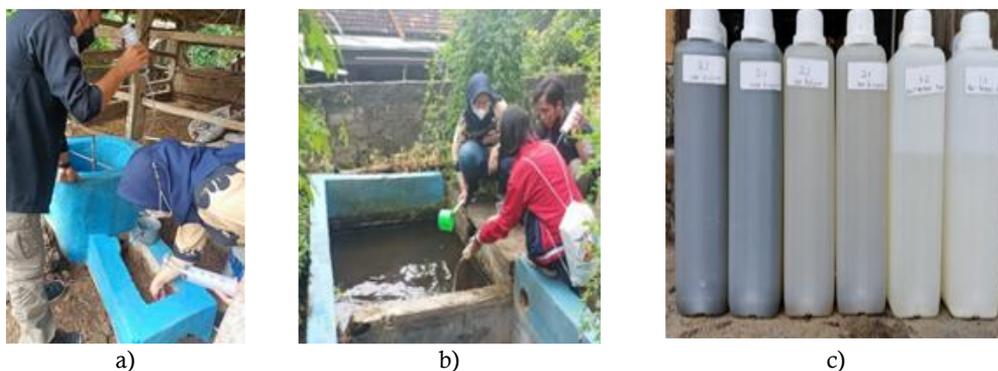
teknologi pengolahan limbah yang tepat. Pengambilan sampel air limbah pada *input* dan *output* dari *biodigester* pada setiap periode pengujian dilakukan setelah satu minggu pasca produksi (Gambar 6).

4. Monitoring dan Pendampingan Berkala

Kegiatan monitoring serta pendampingan berkala yang dilakukan oleh tim DTPB UGM menjadi salah satu poin penting dalam pelaksanaan kegiatan pemberdayaan masyarakat ini. Kegiatan monitoring dilakukan untuk memantau perkembangan penerapan instalasi *sewerage system* dan *biodigester*, dampak implementasi *biodigester* untuk pengolahan air limbah mocaf, serta bentuk edukasi persuasif pengolahan pangan berwawasan lingkungan bagi masyarakat. Kegiatan monitoring dan pendampingan juga memberikan informasi pengembangan dan inovasi pengolahan pangan berbasis singkong lainnya. Kegiatan ini dilaksanakan melalui diskusi informal tim DTPB UGM bersama anggota aktif RPP Selopamioro (Gambar 7). Melalui kegiatan monitoring dan pendampingan secara berkala, diharapkan dampak positif pemberdayaan masyarakat dapat bermanfaat bagi masyarakat serta terlaksana secara berkelanjutan.



Gambar 5. a) Air limbah fermentasi dari proses mocaf; b) Saluran pembuangan dari dapur basah; c) instalasi saluran *sewerage system* dari dapur basah RPP menuju *biodigester*; d) Instalasi *sewerage system* menuju *input biodigester*; e) dan f) *Input*, reaktor, dan kolam *output* dari *biodigester*



Gambar 6. Pengambilan sampel pada a) *Input* biodigester; b) Kolam *output*; dan c) Hasil sampling



Gambar 7. a) Kegiatan monitoring dan diskusi bersama anggota pengelola RPP Selopamioro; b) Diskusi dan pendampingan berkala, serta melibatkan interaksi dengan masyarakat; c) Keterlibatan aktif para mahasiswa di RPP Selopamioro

Analisis Hasil Kegiatan

Hasil pengujian karakteristik air limbah mocaf tidak memenuhi baku mutu air limbah industri tapioka berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah (Lampiran V). Karakteristik air limbah mocaf RPP Selopamioro dapat dilihat pada Tabel 1. Enam dari tujuh parameter yang diujikan dari air limbah mocaf tidak memenuhi baku mutu. Karakteristik awal air limbah mocaf memiliki nilai pH berkisar 3,85 – 4,33 dan suhu yang terukur berkisar 9,5 – 19,7 °C. Nilai DO yang terukur berkisar 0,35 – 2,63 mg/L. Nilai BOD didapatkan berkisar 2367,5 – 6430 mg/L. Nilai COD didapatkan berkisar 8461,2 – 15110 mg/L. Nilai kadar total amonia didapatkan berkisar 0,04 – 19,86 mg/L. Nilai kadar sianida didapatkan berkisar 0,05 – 0,11 mg/L. Hanya nilai TDS didapatkan berkisar 1024,5 – 1852 mg/L yang memenuhi baku mutu (Tabel 1).

Hasil uji karakteristik air limbah mocaf menunjukkan bahwa teknologi pengolahan air limbah mendesak untuk diimplementasikan di RPP Selopamioro. Karakteristik air limbah mocaf yang bersifat asam, tinggi bahan organik (nilai BOD, COD, TDS yang tinggi), dan rendahnya DO dapat diolah secara anaerobik menggunakan implementasi *biodigester*. Melalui pengolahan menggunakan *biodigester*, bahan organik dapat diolah secara anaerobik melalui empat tahapan, yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis (Kurnianto *et al.* 2019).

Tabel 1. Karakteristik air limbah mocaf periode pertama hingga ketiga

Parameter	Satuan	Kualitas air limbah mocaf (hasil ± STD)			Standar baku mutu (BM) air Limbah**	Keterangan: memenuhi /tidak memenuhi BM
		1*	2*	3*		
pH		4,33 ± 0,01	3,85 ± 0,01	4,23 ± 0,01	6,0 – 9,0	Tidak
Suhu	°C	9,50 ¹ ± 0,01	19,70 ± 0,02	17,45 ± 0,01		
DO	mg/L	2,63 ± 2,63	1,60 ± 0,57	0,35 ± 0,35	>5	Tidak
BOD	mg/L	2367,50 ± 3,54	6920,00 ± 1018,23	6430,00 ± 268,70	150,00	Tidak
COD	mg/L	8461,20 ± 176,78	15110,00 ± 972,27	13742,55 ± 1193,24	300,00	Tidak
TDS	mg/L	1024,50 ± 6,36	1852,00 ± 251,73	1708,00 ± 19,80	2000,00	Memenuhi
Sianida	mg/L	1,84 ± 0,15	0,52 ± 0,05	0,005 ± 0,005	0,3	Tidak
Total Amonia	mg/L	0,04 ± 0,00	3,84 ± 1,72	19,86 ± 0,72	0,20	Tidak

Keterangan:

*1, 2, 3 adalah pengambilan sampel ke 1, 2, dan 3 pada Juli, Agustus, dan September 2022

**Standar baku mutu air limbah mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014

¹ Sampel telah mengalami kondisi pengawetan dengan penyimpanan pada suhu 4°C

Hasil pengolahan diharapkan dapat menurunkan dan menyisihkan polutan bahan organik melalui reaksi anaerobik sehingga dapat memenuhi baku mutu dan aman bagi lingkungan. Hasil pemantauan kualitas air limbah mocaf terolah periode pertama hingga ketiga di RPP Selopamioro dapat dilihat pada Tabel 2 – Tabel 5.

Berdasarkan hasil pengujian kualitas air limbah terolah, sebagian besar parameter telah mengalami persentase penyisihan polutan yang signifikan (Tabel 2 – Tabel 5). Persentase penyisihan BOD dan COD didapatkan masing-masing berkisar 96,69 – 98,35% dan 96,56 – 97,10%. Penyisihan TDS, sianida, dan total amonia didapatkan masing-masing berkisar 12,94 – 20,63%; 85,95 – 93,75%; dan 87,96 – 97,17%. Implementasi biogas juga mampu meningkatkan nilai DO air limbah berkisar 28,92% hingga 614,29%. Meskipun demikian, hasil pengukuran pada *output* air limbah terolah pada beberapa parameter seperti DO, BOD, dan ammonia masih belum memenuhi baku mutu (Tabel 5). Hal ini selaras dengan kondisi masih adanya persentase penyisihan pada parameter TDS dan Total Amonia yang bernilai negatif pada hasil pengukuran periode pertama dan kedua (Tabel 2 – Tabel 3). Beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut yaitu tingginya bahan organik dalam air limbah mocaf, perlunya waktu optimasi pengolahan pada *biodigester* yang lebih lama dikarenakan memanfaatkan reaktor yang sudah ada, serta dimungkinkannya masih terdapat sisa bahan baku dari pemakaian *biodigester* sebelumnya. Menurut Asadiya dan Karnaningroem (2018), persentase penyisihan dapat bernilai negatif ketika media masih mengandung kandungan pengotor dan tidak dilakukan pencucian sebelumnya, sehingga menyebabkan naiknya kandungan zat pencemar tersebut. Namun, implemetasi *biodigester* dalam menangani permasalahan dan pengolahan air limbah mocaf telah mampu memperbaiki kualitas air limbah secara signifikan dan menyelesaikan permasalahan bau. Hal ini terbukti dengan sudah tidak adanya keluhan masyarakat terhadap permasalahan bau akibat proses produksi mocaf.

Tabel 2. Hasil pemantauan kualitas air limbah mocaf periode pertama (16 Juli 2022)

Parameter	Satuan	Baku mutu air limbah	Hasil kualitas air limbah (hasil \pm STD)			Persentase penyisihan (%)	Persentase peningkatan (%)
			Air limbah mocaf	Input biogas	Output biogas		
pH			4,33 \pm 0,01	5,51 \pm 0,01	7,72 \pm 0,02		
Suhu	$^{\circ}$ C		9,50 ¹ \pm 0,01	26,8 \pm 0,02	26,3 \pm 0,01		
DO	mg/L		2,63 \pm 2,63	3,87 \pm 3,87	3,7 \pm 3,7		28,92
BOD	mg/L	150	2367,50 \pm 3,54	306,5 \pm 16,26	102 \pm 16,26	95,69	
COD	mg/L	300	8461,20 \pm 176,78	912,8 \pm 41,58	290,9 \pm 17,68	96,56	
TDS	mg/L	2000	1024,50 \pm 6,36	233,5 \pm 10,60	1186,5 \pm 31,82	-15,81*	
Sianida	mg/L	0,3	0,10 \pm 0,10	0,007 \pm 0,007	0,007 \pm 0,007	92,75	
Total amonia	mg/L	0,2	0,04 \pm 0,00	0,0703 \pm 0,017	0,005 \pm 0,005	87,96	

Keterangan:

*Tanda negatif dikarenakan hasil *output* lebih besar dibandingkan *input* yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor dan kondisi

Tabel 3. Hasil pemantauan kualitas air limbah mocaf periode kedua (12 Agustus 2022)

Parameter	Satuan	Baku mutu air limbah	Hasil kualitas air limbah (hasil \pm STD)			Persentase penyisihan (%)	Persentase peningkatan (%)
			Air limbah mocaf	Input biogas	Output biogas		
pH			3,85 \pm 0,01	4,29 \pm 0,01	8,01 \pm 0,04		
Suhu	$^{\circ}$ C		19,70 \pm 0,02	28,05 \pm 0,07	26,5 \pm 0,28		
DO	mg/L		1,60 \pm 0,57	2 \pm 0,14	3,3 \pm 0,14		106,25
BOD	mg/L	150	6920,00 \pm 1018,23	550 \pm 56,57	114,5 \pm 33,23	98,35	
COD	mg/L	300	15110,00 \pm 972,27	2659,5 \pm 176,78	438,5 \pm 10,61	97,10	
TDS	mg/L	2000	1852,00 \pm 251,73	267 \pm 267	1470 \pm 14,14	20,63	
Sianida	mg/L	0,3	0,52 \pm 0,05	0,007 \pm 0,01	0,007 \pm 0,007	84,95	
Total amonia	mg/L	0,2	3,84 \pm 1,72	0,044 \pm 0,01	21,01 \pm 7,50	-446,54*	

Keterangan:

*Tanda negatif dikarenakan hasil *output* lebih besar dibandingkan *input* yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor dan kondisi

Tabel 4. Hasil pemantauan kualitas air limbah mocaf periode ketiga (26 September 2022)

Parameter	Satuan	Baku mutu air limbah	Hasil kualitas air limbah (hasil ± STD)			Persentase penyisihan (%)	Persentase peningkatan (%)
			Air limbah mocaf	Input biogas	Output biogas		
pH		6 - 9	4,23 ± 0,01	4,76 ± 0,01	8,81 ± 8,81		
Suhu	°C		17,45 ± 0,01	28 ± 0,14	26,4 ± 0,14		
DO	mg/L	>5	0,35 ± 0,35	1,55 ± 0,35	2,5 ± 0,14		614,29
BOD	mg/L	150	6430,00 ± 268,70	1682,5 ± 597,51	163 ± 1,41	97,47	
COD	mg/L	300	13742,55 ± 1193,24	4586,3 ± 88,39	477,25 ± 22,98	96,53	
TDS	mg/L	2000	1708,00 ± 19,80	330,5 ± 0,71	1487 ± 2,83	12,94	
Sianida	mg/L	0,3	0,005 ± 0,005	0,109 ± 0,109	0,007 ± 0,007	93,75	
Total amonia	mg/L	0,2	19,86 ± 0,72	3,593 ± 0,33	0,563 ± 0,14	97,17	

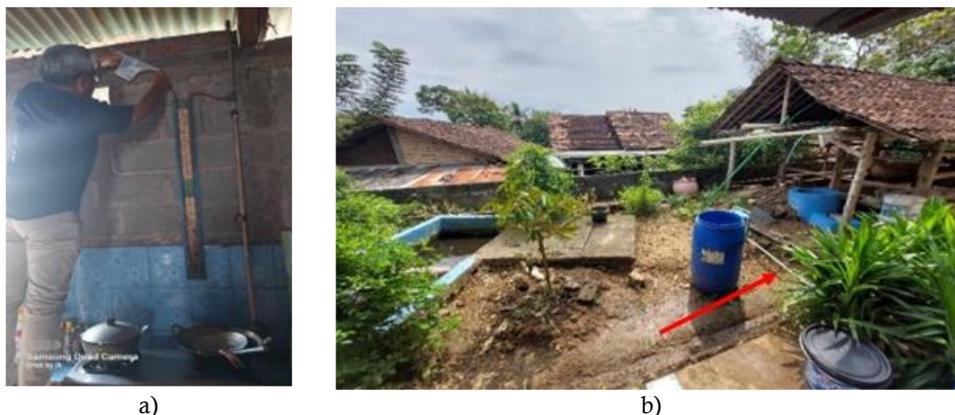
Keterangan:

*Tanda negatif dikarenakan hasil *output* lebih besar dibandingkan *input* yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor dan kondisi

Tabel 5. Perbandingan air limbah terolah dari *output* biogas terhadap baku mutu

Parameter	Satuan	Baku mutu air limbah	Hasil kualitas air limbah			Keterangan: memenuhi/ tidak memenuhi BM
			Output 1	Output 2	Output 3	
pH		6 - 9	7,72 ± 0,02	8,01 ± 0,04	8,81 ± 8,81	Ya
Suhu	°C		26,3 ± 0,01	26,5 ± 0,28	26,4 ± 0,14	
DO	mg/L	>5	3,7 ± 3,7	3,3 ± 0,14	2,5 ± 0,14	Tidak
BOD	mg/L	150	102 ± 16,26	114,5 ± 33,23	163 ± 1,41	Ya (<i>Output 1</i> dan 2), Tidak (<i>Output 3</i>)
COD	mg/L	300	290,9 ± 17,68	438,5 ± 10,61	477,25 ± 22,98	Ya (<i>Output 1</i>), Tidak (<i>Output 2, 3</i>)
TDS	mg/L	2000	1186,5 ± 31,82	1470 ± 14,14	1487 ± 2,83	Ya
Sianida	mg/L	0,3	0,007 ± 0,007	0,007 ± 0,007	0,007 ± 0,007	Ya
Total amonia	mg/L	0,2	0,005 ± 0,005	21,01 ± 7,50	0,563 ± 0,14	Ya (<i>Output 1</i>), Tidak (<i>Output 2, 3</i>)

Di sisi lain, implementasi *biodigester* juga bermanfaat untuk menghasilkan biogas dengan komposisi utama gas metana dengan pemanfaatan air limbah mocaf. Biogas mampu dihasilkan setelah proses pengolahan telah berjalan selama 2 – 3 bulan. Aliran biogas dari reaktor menuju kompor pada rumah warga diatur menggunakan keran. Produksi biogas yang dihasilkan dapat diukur dan dimonitor melalui manometer (Gambar 8a). Pada awal inisiasi proses implementasi *biodigester*, volume biogas yang dapat dihasilkan berkisar 0,1 – 0,5 m³. Dengan adanya biogas, air limbah mocaf dapat terolah dengan baik, tidak menyebabkan permasalahan bau di masyarakat, serta dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bersih dan berkelanjutan.



Gambar 8. a) Pengukuran volume biogas yang dihasilkan dengan pengkondisian manometer; b) *Input biodigester* (kanan) hingga kolam *output* (kiri), panah merah menunjukkan kran penyalur biogas menuju dapur warga

Kendala yang Dihadapi

Kendala utama yang dihadapi adalah memastikan bahwa konstruksi saluran pembuangan dari dapur basah, jaringan instalasi *sewerage system*, hingga *input biodigester* dapat bekerja dengan baik. Kendala lainnya adalah proses pengaktifan kembali reaktor biogas. Reaktor biogas sebelumnya digunakan untuk mengolah kotoran ternak sehingga dimungkinkan masih terdapat sisa lumpur di dalam reaktor. Hal ini yang dimungkinkan dapat mempengaruhi kenaikan amonia dan TDS (Tabel 2 – 5). Oleh karena itu, penggunaan reaktor biogas pada awal periode pengujian berkala (Juli – September) merupakan masa awal pengaktifan kembali. Kondisi ini dapat mempengaruhi hasil *output* serta performansi yang masih dalam tahap inisiasi. Namun, hasil pengolahan menunjukkan perbaikan kualitas air limbah mocaf yang signifikan dan penyelesaian permasalahan bau (terindikasi dari penyisihan total amonia).

Dampak Kepada Masyarakat

Kegiatan pemberdayaan masyarakat ini telah berdampak positif terhadap masyarakat dari berbagai aspek, terutama edukasi-pangan-ekonomi, dan lingkungan-sosial. Di bidang edukasi-pangan-ekonomi, dampak positif kepada masyarakat adalah: 1) Mendapatkan informasi dan ilmu pemanfaatan singkong menjadi tepung mocaf; 2) Mengetahui dan menerapkan tata cara pemanfaatan tepung mocaf menjadi berbagai olahan pangan lainnya; 3) menerapkan pengolahan mocaf dan kegiatan operasional rumah produksi dengan berwawasan lingkungan; 4) menambah nilai tambah dan nilai ekonomis sumber pangan singkong menjadi produk olahan lainnya melalui penerapan *digital marketing*.

Di bidang lingkungan-sosial, dampak positif yang utama terhadap masyarakat adalah penyelesaian permasalahan bau tidak sedap dari air limbah mocaf yang sebelumnya dibuang langsung ke lingkungan. Permasalahan bau tersebut menyebabkan ketidaknyamanan dan isu sosial di lingkungan perumahan masyarakat. Dengan adanya implementasi teknologi *biodigester* berkelanjutan, permasalahan bau akibat air limbah mocaf telah dapat diatasi dan diolah dengan tepat. Tidak ada lagi keluhan mengenai bau tidak sedap yang timbul akibat air limbah mocaf. Bahkan, hasil pengolahan tersebut memberikan sumbangsih bioenergi berupa biogas yang dapat dimanfaatkan dapur warga untuk mendukung kegiatan sehari-hari (Gambar 8a).

Upaya Keberlanjutan Kegiatan

Program pemberdayaan masyarakat di RPP Selopamioro ini akan senantiasa diupayakan untuk dilaksanakan secara berkesinambungan dan berkelanjutan. Upaya tersebut dilakukan dengan monitoring dan pendampingan, serta pelatihan secara berkala ke RPP Selopamioro, dan diskusi dengan anggota RPP terkait inovasi-inovasi pengolahan pangan berbasis singkong lainnya. Kegiatan tersebut juga akan dilanjutkan dengan melibatkan mahasiswa untuk mempelajari secara langsung dan berinovasi terhadap pengolahan pangan keunggulan lokal, serta pengolahan limbah skala industri rumah tangga di RPP Selopamioro. Upaya keberlanjutan penting lainnya adalah edukasi terkait operasional dan pemeliharaan saluran *sewerage* dan *biodigester* sehingga dapat bekerja secara optimal.

SIMPULAN

Pelaksanaan kegiatan pemberdayaan masyarakat DTPB UGM di RPP Selopamioro dalam bentuk implementasi *biodigester* untuk mengolah air limbah mocaf secara tepat telah mampu mengatasi permasalahan bau tidak sedap di lingkungan masyarakat. Hal ini didasari dengan tidak ada lagi keluhan masyarakat di sekitar RPP Selopamioro terhadap permasalahan bau akibat air limbah mocaf. Pengolahan secara *anaerobic digestion* di *biodigester* juga telah secara tepat mengolah air limbah mocaf dan mengatasi permasalahan lingkungan. Implementasi *biodigester* mampu mengolah air limbah mocaf dengan persentase penyisihan BOD, COD, TDS, sianida, total amonia masing-masing berkisar 97,47; 96,53; 12,94; 93,75; 97,17%, dan meningkatkan DO hingga 614,29%. Implementasi *biodigester* juga mampu mengolah air limbah mocaf sekaligus menghasilkan biogas berkisar 0,1 – 0,5 m³ sehingga mendukung perwujudan teknologi pengolahan limbah yang berkelanjutan. Bahkan, implementasi model pemberdayaan masyarakat yang berkelanjutan dengan adanya inovasi komunikasi dan keterlibatan aktif dari berbagai pihak (masyarakat, pemerintah, perguruan tinggi, *corporates*, media dan publikasi) telah mampu menjadikan RPP Selopamioro sebagai sentra *transfer knowledge* pengolahan pangan berwawasan lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih kepada *Yanmar Environmental Sustainability Support Association* (YESSA), Jepang dan PT Kliring Berjangka Indonesia (PT KBI) atas dukungan finansial yang telah diberikan. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Desa Selopamioro, RPP Selopamioro, dan masyarakat Desa Selopamioro atas dukungan koordinasi dan kerjasama yang telah diberikan. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada segenap dosen, tenaga kependidikan, dan mahasiswa atas partisipasi aktif dalam kegiatan pemberdayaan Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

DAFTAR PUSTAKA

Ariani LN, Estiasih T, Martati E. 2017. Karakteristik sifat fisiko kimia ubi kayu berbasis kadar sianida. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 18(2):119-128. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.02.12>

- Arsyad M. 2016. Pengaruh penambahan tepung mocaf terhadap kualitas produk biskuit. *Jurnal Agropolitan*. 3(3): 52-61.
- Asadiya A, Karnaningroem N. 2018. Pengolahan air limbah domestik menggunakan proses aerasi, pengendapan, dan filtrasi media zeolit-arang aktif. *Jurnal Teknik ITS*. 7(1):18-22.
- Badaruddin, Kariono, Ermansyah, Sudarwati L. 2017. Community empowerment based social capital and village business company (BUMDes). In: *Proceedings of the 2nd Internasional Conference on Social and Political Development (ICOSOP 2017)*. Medan, 4 – 5 December 2017.
- Gustafson AY. 2015. Wastewater to renewable energy at a tapioca factory in Vietnam: in-situ evaluation of anaerobic covered pond treating high strength industrial wastewater. [Tesis]. Swedia (SE): Lund University.
- Gusriani I, Koto H, Dany Y. 2021. Aplikasi pemanfaatan tepung mocaf (*modified cassava flour*) pada beberapa produk pangan di Madrasah Aliyah Mambaul Ulum Kabupaten Bengkulu Tengah. *Jurnal Inovasi Pemberdayaan Masyarakat Pendidikan*. 2(1): 57-73. <https://doi.org/10.33369/jurnalinovasi.v2i1.19142>
- Ikhsan M, Virananda IGS. 2021. How covid-19 affects food security in Indonesia. *LPEM-FEBUI Working Paper 061, June 2021*.
- Kardhinata EH, Purba E, Suryanto D, Rusmarilin H. 2019. Modified cassava flour (MOCAF) content of cassava (*Manihot esculenta* CRANTZ) in North Sumatera. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 260 012088. Medan, 24 – 25 October 2018.
- Kementerian Pertanian. 2016. Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2016. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Muslim A. 2017. Prospek ekonomi ubi kayu di Indonesia. [Internet]. [diunduh 2022 Des 14]. Tersedia pada: <https://repository.uai.ac.id/wp-content/uploads/2017/10/Prospek-Ekonomi-Ubi-Kayu-di-Indonesia.pdf>.
- Rozaki Z. 2021. Food security challenges and opportunities in Indonesia post covid-19. *Advances in Food Security and Sustainability*. 6: 119-168. <https://doi.org/10.1016/bs.af2s.2021.07.002>
- Salvador EM, Steenkamp V, McCrindle CME. 2014. Production, consumption, and nutritional value of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) in Mozambique: an overview. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*. 6(3): 29-38. <https://doi.org/10.5897/JABSD2014.0224>
- Statista. 2022a. Agriculture industry in Indonesia – statistics & facts. [Internet]. [diunduh 2022 Des 14]. Tersedia pada: <https://www.statista.com/topics/7732/agriculture-industry-inIndonesia/#topic-Headerwrapper>
- Statista. 2022b. Cassava production in the Asia-Pacific region in 2020, by country. [Internet]. [diunduh 2022 Des 14]. Tersedia pada: <https://www.statista.com/statistics/658221/asia-pacific-cassava-production-by-country/>
- Subagio A, Windrati WS, Hermanuadi D. 2013. Pengembangan *zero waste processing* dari *modified cassava flour* (Mocaf) guna meningkatkan *spinoff* klaster kepada masyarakat

sekitar. Laporan Hasil Hibah Kompetensi Desember 2012 Universitas Jember. [Internet]. [diunduh 26 Maret 2023]. Tersedia pada: <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/956>

- Surni, Nendissa DR, Wahib MA, Astuti MH, Arimbawa P, Miar, Kapa MMJ, Elbaar EF. 2021. Socio-economic impact of the Covid-19 Pandemic: empirical study on the supply of chicken meat in Indonesia. *AIMS Agriculture and Food*. 6(1): 65-81.
- Suryaningrum T, Rustanti N. 2016. Pengaruh perbandingan tepung labu kuning (*Cucurbita moschata*) dan tepung mocaf terhadap kadar pati, nilai indeks glikemik (IG), beban glikemik (BG), dan tingkat kesukaan pada *flakes* kumo. *Journal of Nutrition College*. 5(4): 360-367.
- Wintolo M, Isdiyanto R. 2011. Prospek pemanfaatan biogas dari pengolah air limbah industri tapioka. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbaru*. 10(2): 103-112.
- Yaqin N, Al-Baarri AN, Legowo AM, Widayat, Budiharjo MA. 2019. Physical characteristics of modified cassava flour wastewater at room temperature. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 292 012061. Semarang, 28 – 29 November 2018.