

PENERAPAN INSINERATOR RAMAH LINGKUNGAN UNTUK ATASI SAMPAH DI DESA GONILAN

Ramzul Irham Riza

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

rir630@ums.ac.id

Nur Aklis

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

na187@ums.ac.id

Agung Sugiharto

Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

as174@ums.ac.id

Mas'ud Fajar Al-mu'tashim

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

d200220106@student.ums.ac.id

Dicky Kurnia

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

d200240225@student.ums.ac.id

Riwayat naskah:

Naskah dikirim 27 Oktober 2025

Naskah direvisi 25 November 2025

Naskah diterima 18 Desember 2025

ABSTRAK

Desa Gonilan, Kecamatan Kartasura, Sukoharjo, merupakan kawasan padat penduduk yang didominasi mahasiswa, menghasilkan volume sampah mencapai 40 ton per bulan. Permasalahan utama adalah penumpukan sampah di Tempat Penampungan Sementara (TPS) yang melebihi kapasitas, menyebabkan bau tak sedap, pencemaran udara, dan potensi penyakit. Tujuan pengabdian ini adalah menerapkan teknologi tepat guna Insinerator ramah lingkungan untuk mengurangi volume sampah secara signifikan dan meningkatkan kesadaran masyarakat. Mitra pengabdian adalah Tim Pengelolaan Sampah Mandiri (P₂SM) RW X Desa Gonilan. Metode yang digunakan meliputi analisa kondisi eksisting, perancangan dan pembuatan Insinerator, sosialisasi, serta pendampingan operasional. Hasil menunjukkan bahwa Insinerator berdimensi 50x50x80 cm dengan suhu operasional 800-900°C mampu mereduksi volume sampah hingga lebih dari 90%. Residu abu nantinya dapat dimanfaatkan masyarakat untuk membuat *paving blok*, menambah nilai ekonomi. Partisipasi aktif masyarakat melalui P₂SM dalam penyediaan infrastruktur dan pengoperasian alat menjadi kunci keberhasilan, membangun rasa kepemilikan dan kemandirian. Makna hasil ini adalah terciptanya model pengelolaan sampah berkelanjutan berbasis komunitas yang mengintegrasikan solusi teknis dengan pemberdayaan sosial, menjadikan Desa Gonilan sebagai *role model* bagi desa lain.

KATA KUNCI: insinerator, lingkungan, sampah, limbah

PENDAHULUAN

Desa Gonilan, yang terletak di Kecamatan Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah, bukan sekadar desa biasa—melainkan pusat denyut kehidupan mahasiswa Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS). Dengan keberadaan dua institusi pendidikan besar, UMS dan Pondok Pesantren Assalaam, di sekitarnya, Gonilan telah bertransformasi menjadi kawasan yang sepenuhnya mendukung aktivitas akademik dan keseharian para mahasiswa. Deretan kos-kosan yang nyaman dan beragam tempat makan, mulai dari warung sederhana hingga kafe kekinian menjadi bukti bahwa desa ini hadir untuk memenuhi segala kebutuhan mahasiswa UMS. Namun, di balik dinamika yang hidup tersebut, muncul tantangan

serius: pengelolaan sampah, baik organik dari sisa makanan maupun non-organik seperti kemasan plastik, yang harus ditangani secara bijak agar keberlanjutan lingkungan desa ini tetap terjaga. Pengelolaan sampah di Indonesia masih didominasi praktik tidak ramah lingkungan, terutama di tingkat rumah tangga sebagai penghasil utama sampah, meskipun pemerintah telah mengatur melalui UU dan peraturan daerah untuk mendorong penerapan prinsip *reduce, reuse, recycle*, serta metode berkelanjutan seperti pemilahan, *composting*, bank sampah, dan konversi menjadi energi guna menciptakan lingkungan yang berkelanjutan [1].

Pengelolaan sampah berbasis *zero waste* pada skala rumah tangga dimulai dengan pemilahan

sampah menjadi dua kategori utama, yaitu sampah organik (basah) dan sampah anorganik (kering). Sampah organik, yang mencakup sisa makanan, potongan sayur dan buah, serta sapuan halaman, dikelola secara mandiri melalui pengomposan menggunakan komposter yang disesuaikan dengan kondisi rumah. Sementara itu, sampah anorganik yang layak jual dikumpulkan dan diserahkan kepada pihak ketiga seperti pemulung, tukang loak, atau ditabung di bank sampah, sebagai bagian dari upaya mengurangi volume sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Pendekatan ini tidak hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga membuka peluang ekonomi melalui daur ulang dan pemanfaatan kembali bahan yang masih bernilai.[2]

Pengelolaan sampah berbasis masyarakat di Dusun Sruni, Cangkringan, Sleman, Yogyakarta, dilakukan melalui serangkaian kegiatan pemberdayaan yang bertujuan meningkatkan kapasitas warga dalam mengelola sampah rumah tangga secara mandiri. Langkah awal dimulai dengan sosialisasi alur pengelolaan sampah untuk mengubah paradigma lama yang hanya mengandalkan pembakaran atau penimbunan sampah, dilanjutkan dengan pembangunan Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPSS) dan pembentukan Kelompok Peduli Sampah Sruni (KPSS) sebagai lembaga penggerak. Warga kemudian diberikan pelatihan pemilahan sampah organik, anorganik, dan residu, serta didorong untuk menjual sampah bernilai ekonomi kepada pengepul, sementara residu diangkut ke TPA melalui kerja sama dengan Dinas Lingkungan Hidup. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi volume sampah yang dibuang, tetapi juga memperkuat kemandirian, kebersamaan sosial, dan potensi ekonomi masyarakat setempat[3,4].

Di Kota Magelang pada tahun 2019 juga menghadapi kondisi “darurat sampah” akibat meningkatnya volume sampah yang dihasilkan setiap tahun, sementara kapasitas Tempat Pemrosesan Sampah Akhir (TPSA) terus menyusut dan upaya pengurangan sampah baru mencapai 9,3% dari total timbulan. Permasalahan utama terletak pada keterbatasan lahan untuk TPA serta masih dominannya pendekatan *end-of-pipe* yang hanya mengandalkan pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan sampah tanpa pengelolaan hulu yang optimal. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan pergeseran paradigma pengelolaan sampah dari sekadar membuang menjadi memandang sampah sebagai sumber daya bernilai ekonomi melalui penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dan penguatan peran masyarakat melalui sistem pengelolaan sampah berbasis komunitas (CBSMW)

yang menekankan partisipasi, kemandirian, efisiensi, perlindungan lingkungan, dan keterpaduan.[5]

Pemerintah Republik Indonesia mengatur tentang pengelolaan sampah pada UU Nomor 18 Tahun 2008 dimana salah satu poin pentingnya dilarang membuang sampah sembarangan dan mendorong partisipasi aktif masyarakat melalui bank sampah atau sistem pengelolaan mandiri. Semua pihak perlu untuk memperhatikan hal tersebut, supaya dampak negative dari kerusakan lingkungan tidak berkepanjangan[6]. Salah satu masalah lingkungan yang umum ditemukan adalah sampah. Hal tersebut merupakan masalah yang umum terjadi diwilayah yang padat penduduk. Pemanfaatan sampah dalam bentuk industri hijau merupakan salah satu dari sekian banyak usaha dalam mengelola sampah terutama sampah plastik[7]. Plastik memiliki peran penting dalam kehidupan manusia modern, namun penggunaannya yang masif menimbulkan permasalahan lingkungan akibat sampah yang dihasilkan. Untuk mengatasinya, diterapkan program industri hijau dan ekonomi sirkular yang bertujuan mengurangi dampak lingkungan dengan prinsip efisiensi, daur ulang, dan keberlanjutan [8]. Partisipasi masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup perlu dioptimalkan melalui perluasan ruang keterlibatan yang lebih aktif, bukan sekadar sebagai penyampai informasi, demi mendukung pembangunan nasional yang berkelanjutan [9]. Kegiatan pemberdayaan masyarakat yang berhubungan dengan pengelolaan sampah di Dusun Timoho bertujuan memberdayakan masyarakat melalui pelatihan daur ulang sampah anorganik dan pendampingan berkelanjutan, guna meningkatkan nilai ekonomis sampah sekaligus mengatasi keterbatasan keterampilan, meski membutuhkan sinergi dengan pihak luar untuk keberlanjutan dan pemasaran hasil karya[10].

Di Desa Gonilan dalam mendukung program dan dalam upaya untuk menjaga lingkungan supaya tetap bersih desa Gonilan melalui tim Pengelolaan sampah mandiri desa Gonilan (P₂SM) mempunyai beberapa program kerja dan fasilitas, salah satu fasilitas yang sudah dimiliki adalah tempat pembuangan sampah sementara (TPS) desa Gonilan yang mempunyai luas 1.167 m². Volume sampah di Desa Gonilan mencapai 40 ton per bulan—angka yang sangat besar dan menimbulkan serangkaian masalah kompleks dalam pengelolaannya. Salah satu kendala utama adalah terbatasnya kapasitas Tempat Penampungan Sementara (TPS), di mana sampah menumpuk hingga 1 meter di atas permukaan tanah, menimbulkan bau menyengat dan pencemaran udara. Upaya yang telah dilakukan, seperti mengangkut sampah ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), tidak berjalan optimal karena keterbatasan armada pengangkut dan jarak tempuh yang jauh (60

km), sehingga sampah tidak terangkut seluruhnya. Solusi lain, seperti ternak maggot, memang membantu mengurangi volume sampah organik, tetapi proses penguraiannya memakan waktu cukup lama (5–21 hari), tergantung jenis sampah, sehingga tidak mampu menangani timbunan sampah secara cepat.

METODE PELAKSANAAN

1. Identifikasi Masalah dan Potensi Wilayah

Kegiatan pengabdian masyarakat pada tahap awal dirancang secara sistematis untuk melakukan pendekatan mendalam guna mengidentifikasi permasalahan nyata yang dihadapi oleh mitra, yaitu Pengurus Pengelola Sampah Mandiri (P₂SM) RW X, Desa Gonilan. Pendekatan yang digunakan bersifat integratif dan multidimensi, melibatkan tiga metode utama: (1) wawancara mendalam dengan para pengurus P₂SM untuk mengeksplorasi tantangan operasional dan perasaan subjektif terkait manajemen sampah; (2) observasi lapangan langsung di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) setempat guna mengumpulkan data objektif mengenai kondisi fisik, volume sampah, pengelolaan limbah padat, serta praktik pengelolaan yang berkembang; serta (3) pertemuan koordinatif bersama perwakilan Pemerintah Desa (Lurah) dan tim P₂SM untuk memfasilitasi dialog lintas sektor, menyelaraskan persepsi, serta membentuk konsensus terhadap solusi strategis yang dapat diterapkan secara berkelanjutan.

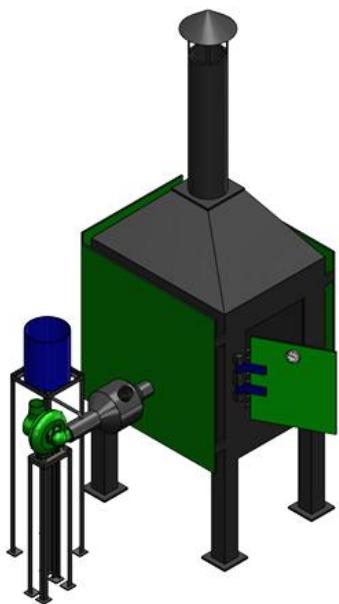
Hasil dari konsolidasi data dan temuan intervensi dari ketiga metode tersebut menunjukkan bahwa permasalahan utama dalam pengelolaan sampah di wilayah ini berasal dari akumulasi volume sampah yang tinggi, keterbatasan ruang penyimpanan, serta belum optimalnya sistem proses pengurangan massa sampah. Dari analisa komprehensif tersebut, disimpulkan bahwa pendekatan paling efektif dan tepat guna dalam konteks lokal adalah penerapan teknologi pengurangan volume melalui pembakaran, yang selanjutnya mengarah pada pembuatan Insinerator sebagai solusi inovatif dan berbasis masyarakat.

Temuan ini tidak hanya menggambarkan urgensi teknis, tetapi juga menunjukkan potensi besar dalam memperkuat kapasitas lokal melalui penerapan solusi teknik tepat guna yang berkelanjutan. Hasil identifikasi ini menjadi landasan ilmiah dan strategis bagi pengembangan desain serta implementasi Insinerator yang akan dilaksanakan dalam tahap selanjutnya.

2. Proses Desain dan Manufaktur Insinerator

Pembuatan Insinerator dimulai dengan tahap desain

konseptual melalui gambar teknis dimana dengan gambar atau desain tersebut dapat terlihat dimensi utama, metode manufaktur, dan integrasi fitur fungsional untuk memastikan efisiensi operasional serta keamanan penggunaan. Insinerator dirancang dengan dimensi keseluruhan sebesar 60 cm × 60 cm × 80 cm, memungkinkan penggunaan optimal di area terbatas tanpa mengorbankan kapasitas pembakaran. Rangka struktural Insinerator dibuat menggunakan baja dengan metode pengelasan terpadu, yang menjamin kekuatan mekanis tinggi dan kerapatan yang seragam. Lapisan pelindung luar diterapkan menggunakan plat baja yang diproses dengan teknik pengelasan kontinyu pada ujung-ujung sambungan untuk mencegah kebocoran panas dan meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Selanjutnya, permukaan dalam Insinerator dilapisi dengan bata tahan api berkualitas tinggi, yang berfungsi sebagai isolasi termal optimal sehingga mencegah penyebaran panas ke bagian luar dan mempertahankan suhu pembakaran yang stabil selama proses dekomposisi bahan. Salah satu fitur kunci yang dikembangkan adalah sistem tempat pembuangan abu yang terintegrasi secara ergonomis dan dapat diakses dari sisi depan Insinerator, memungkinkan penggunaan mudah untuk pengelolaan residu pembakaran tanpa memerlukan pembongkaran struktur. Proses konstruksi dilakukan secara bertahap: pertama pengerjaan rangka, kemudian pemasangan plat baja dan bata tahan api, diikuti oleh pengujian integritas struktural dan uji isolasi panas. Keseluruhan proses manufaktur dirancang agar dapat dilaksanakan dengan alat bantu sederhana dan tenaga kerja terampil lokal, sehingga mendukung penerapan teknologi ini secara luas di berbagai lokasi, termasuk wilayah pedesaan atau kawasan dengan akses terbatas terhadap fasilitas industri. Hasil akhir merupakan Insinerator tahan lama, aman, dan efisien dengan desain yang memadukan prinsip rekayasa material dan teknik pembakaran yang komprehensif, sehingga layak untuk dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi sebagai solusi pengelolaan sampah terpadu berbasis pembakaran. Untuk desain Insinerator bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Insinerator

3. Proses Pelaksanaan

Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini dilakukan di Tempat Pengelolaan Sampah (TPS) RW X Desa Gonilan, yang dikelola secara mandiri oleh Kelompok Pengelola Penanganan Sampah Mandiri (P₂SM). Kegiatan ini bertujuan untuk mengurangi volume sampah secara efektif melalui penerapan teknologi Insinerator terkendali. Proses pelaksanaan dimulai dengan sosialisasi kepada masyarakat setempat mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang ramah lingkungan dan edukasi mengenai pemilahan sampah organik, anorganik, dan sampah berbahaya, sebagaimana terlihat pada gambar 2. Setelah itu, tim pelaksana bersinergi dengan P₂SM dalam mengoperasikan Insinerator untuk menangani sampah anorganik yang tidak dapat didaur ulang, terutama jenis plastik dan residu kering.



Gambar 2. Koordinasi dengan Mitra dan Kelurahan Desa Gonilan

Penggunaan Insinerator dilakukan dengan menerapkan protokol keselamatan dan pengendalian emisi guna meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Selain penanganan teknis, program ini juga mencakup pelatihan berkelanjutan bagi pengelola TPS agar

mampu mengoperasikan dan merawat Insinerator secara mandiri, sehingga keberlanjutan program dapat terjamin. Evaluasi berkala dilakukan untuk mengukur penurunan volume sampah, efisiensi operasional, serta tingkat partisipasi masyarakat, sehingga diharapkan model pengelolaan sampah berbasis komunitas ini dapat menjadi contoh bagi wilayah lain dalam menghadapi permasalahan sampah secara terpadu dan berkelanjutan. Insinerator yang sudah selesai diproduksi kemudian dikirimkan kepada mitra, seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pengiriman Insinerator

HASIL DAN PEMBAHASAN

Insinerator yang ditunjukkan pada gambar 4 berkapasitas tumpang maksimal sebesar $0,288 \text{ m}^3$ ($\approx 288 \text{ L}$) dapat dioperasikan pada tingkat kerja yang disarankan sebesar 80 % dari kapasitas tersebut, yakni sekitar $0,230 \text{ m}^3$ ($\approx 230 \text{ L}$). Penentuan kapasitas kerja ini memperhitungkan kebutuhan ruang bebas untuk sirkulasi udara serta menghindari penurunan efisiensi termal yang diakibatkan oleh kelebihan beban material. Dengan menambahkan *blower* yang berfungsi sebagai sumber suplai oksigen tambahan ke ruang bakar, laju pembakaran dapat ditingkatkan secara signifikan, sehingga energi yang dilepaskan cukup untuk mengatasi kebutuhan oksidasi pada berbagai jenis sampah, mulai dari sampah plastik (rendah kadar air) hingga sampah organik atau basah (tinggi kadar air). Pada kondisi operasi optimal, Insinerator tersebut mampu mengolah dan mengurangi volume sampah sebesar 25 – 40 kg per jam, tergantung pada sifat fisik-kimia bahan baku yang dibakar.

Faktor-faktor kritis yang memengaruhi kapasitas ini meliputi: (1) densitas dan kadar kelembaban sampah; (2) rasio udara-bahan bakar yang disediakan oleh *blower*; serta (3) suhu zona pembakaran (biasanya 800-1000 °C). Dengan demikian, melalui optimasi desain ruang bakar dan pemilihan *blower*

yang tepat, Insinerator dapat berfungsi sebagai alat efektif dalam pengendalian volume limbah padat, sekaligus memperkecil beban penanganan akhir limbah solid.



Gambar 4. Insinerator

KESIMPULAN

Penggunaan Insinerator dalam pengelolaan volume sampah dapat dilakukan secara efektif terutama untuk sampah kering. Sebagai tindak lanjut dari keberhasilan penerapan Insinerator ramah lingkungan di Desa Gonilan, beberapa rekomendasi strategis perlu dipertimbangkan. Pertama, diperlukan peningkatan kapasitas teknis dan manajerial bagi Tim Pengelolaan Sampah Mandiri (P₂SM) melalui pelatihan berkelanjutan tidak hanya dalam pengoperasian Insinerator, tetapi juga dalam pemantauan emisi, pengelolaan residu, serta pengembangan produk turunan seperti *paving blok* dari abu insinerasi. Kedua, untuk mencapai pengelolaan sampah yang holistik, Insinerator sebaiknya diintegrasikan dengan teknologi lain seperti kompos untuk sampah organik dan bank sampah untuk sampah daur ulang. Dari sisi kebijakan, pemerintah daerah baik tingkat desa maupun kabupaten perlu memberikan dukungan regulasi dan pendanaan untuk replikasi model ini di wilayah lain, serta mengintegrasikannya ke dalam Rencana Pengelolaan Sampah Regional (RPSP).

Kolaborasi multisektor antara perguruan tinggi, pemerintah, dan masyarakat juga harus difasilitasi sebagai bagian dari strategi pengembangan teknologi tepat guna berbasis lokal. Sebagai langkah konkret ke depan, model ini akan direplikasi di desa-desa tetangga dengan penyesuaian kontekstual, dilanjutkan dengan riset lanjutan untuk memvalidasi pemanfaatan abu insinerasi dalam bahan konstruksi alternatif, serta pengembangan sistem digital sederhana guna mendukung *monitoring* dan pelaporan operasional secara transparan dan akuntabel. Dengan pendekatan terpadu ini, Desa

Gonilan tidak hanya menjadi contoh praktik pengelolaan sampah berkelanjutan, tetapi juga menjadi pendorong transformasi pengelolaan limbah berbasis komunitas di tingkat regional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi yang telah memberikan pendanaan melalui skema pemberdayaan kemitraan masyarakat dan juga Direktorat Riset, Pengabdian Kepada Masyarakat, Publikasi dan Sentra KI (DRPPS) Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan nomor kontrak : 120.18/A.3-III/LPMPP/V/2025. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lurah Desa Gonilan, P₂SM RW X Desa Gonilan serta tim lain yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan sampah dengan menggunakan Insinerator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. D. Atmanti, "kajian pengelolaan sampah di indonesia," *pembangunan berkelanjutan di indonesia dalam mewujudkan tujuan ekonomi inklusif*, vol. 2, pp. 15–27, 2019.
- [2] I. W. Widiarti, "pengelolaan sampah berbasis 'zero waste' skala rumah tangga secara mandiri," *jurnal sains dan teknologi lingkungan*, vol. 4, no. 2, pp. 101–113, 2012.
- [3] Hijrah purnama putra, R. Darmawati, and Ani sumiarti, "peran jejaring pengelola sampah mandiri (jpsm) sehati dalam peningkatan kinerja pengelolaan sampah berbasis masyarakat," vol. 13, 2021.
- [4] I. Intan paradita, "pemilahan sampah: satu tahap menuju masyarakat mandiri dalam pengelolaan sampah," *berdikari : jurnal inovasi dan penerapan ipteks*, vol. 6, no. 2, 2018, doi: 10.18196/bdr.6245.
- [5] E. Boedi oerbawati, R. Rusdijjati, Y. Arifatul fatimah, and D. Riset daerah kota magelang, "peningkatan kesadaran

- masyarakat untuk pengelola sampah mandiri melalui implementasi teknologi tepat guna,” 2019. [online]. Available: <https://jurnal.magelangkota.go.id>
- [6] S. Marwati and M. Si, “pengelolaan sampah mandiri berbasis masyarakat.”
- [7] S. B. Santoso, S. Margowati, K. Dyah, U. Pujiyanti, P. E. Pudyawati, and S. Prihatiningtyas, “pengelolaan sampah anorganik sebagai upaya pemberdayaan nasabah bank sampah,” *community empowerment*, vol. 6, no. 1, pp. 18–23, 2020, doi: 10.31603/ce.4045.
- [8] B. I. Umum. J. Danusaputro, Munajat., “hukum lingkungan buku i: umum / st. Munadjat danusaputro,” *lingkungan hidup, kemakmuran, masyarakat konsep pengelolaan lingkungan hidup menuju kemakmuran masyarakat*, vol. 1, no. Jakarta : binacipta, 1985.
- [9] N. P. Decy arwini, “sampah plastik dan upaya pengurangan timbulan sampah plastik,” *jurnal ilmiah vastuwidya*, vol. 5, no. 1, pp. 72–82, 2022, doi: 10.47532/jiv.v5i1.412.
- [10] K. C. Susila wibawa, “mengembangkan partisipasi masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup untuk pembangunan berkelanjutan,” *administrative law and governance journal*, vol. 2, no. 1, pp. 79–92, 2019, doi: 10.14710/alj.v2i1.79-92.