

Pemanfaatan Limbah Padat Sereh Wangi Sebagai Bahan Baku Bioarang untuk Perbaikan Tanah

The Utilization of Fragrant Lemongrass Solid Waste as Raw Material for Biochar for Soil Improvement

¹Syamsul Bahri, ¹Khairul Anshar, ²Adi Setiawan, ³Zainuddin Ginting

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, 24352, Lhokseumawe, Indonesia

Korespondensi: K. Anshar, khairul.anshar@unimal.ac.id

Naskah Diterima: 24 Nopember 2021. Disetujui: 25 September 2022. Disetujui Publikasi: 17 Maret 2023

Abstract. The waste from the distillation of citronella oil in KM 6 Village, Simpang Keuramat District, has yet to be appropriately utilized. The distillation business can process 1.6-2 tons of fragrant lemongrass leaves in a day. If the oil content of fragrant lemongrass leaves is 0.5%-1.5%, then the waste produced can reach 1.5-2 tons in a day. Debris that has accumulated is usually burned openly. The smoke from this combustion process has an impact on air pollution. In addition, ash from burning also pollutes river water. This service aims to reduce air and river water pollution from the wrong waste treatment process by utilizing the waste as biochar. This biochar will then be used to increase soil nutrients. To ensure biochar quality, combustion is carried out through a pyrolysis process so that the charcoal produced is more significant and produces liquid smoke as a by-product. This service activity is implemented by providing counseling and demonstrations demonstrating the process of processing citronella waste into biochar so that the resulting biochar product can benefit the surrounding community and be safe for the environment. The community understood the importance of good waste management from discussions and demonstrations at this service activity. All participants understood the procedures for managing biomass waste, especially citronella waste, into biochar with 80% understanding.

Keywords: *Waste, biomass, citronella, biochar, pyrolysis.*

Abstrak. Limbah hasil penyulingan minyak sereh wangi di Desa KM 6 Kecamatan Simpang Keuramat sampai saat ini masih belum mampu diberdayakan dengan baik. Dalam sehari usaha penyulingan tersebut mampu mengolah daun sereh wangi sebanyak 1,6-2 ton, jika kandungan minyak pada daun sereh wangi adalah 0,5%-1,5% maka dalam sehari limbah yang dihasilkan mampu mencapai 1,5-2 ton. Limbah yang telah menumpuk biasanya dibakar secara terbuka. Asap dari proses pembakaran ini berdampak pada pencemaran udara. Selain itu abu dari hasil pembakaran juga mencemari air sungai. Pengabdian ini bertujuan untuk mengurangi pencemaran udara dan pencemaran air sungai dari proses pengolahan limbah yang salah dengan memanfaatkan limbah tersebut sebagai bioarang. Bioarang ini selanjutnya akan digunakan untuk meningkatkan unsur hara tanah. Untuk menjamin kualitas bioarang pembakaran dilakukan melalui proses pirolisis sehingga jumlah bioarang yang dihasilkan lebih banyak dan juga menghasilkan asap cair sebagai produk sampingan. Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilakukan dengan memberikan penyuluhan dan demonstrasi proses pengolahan limbah sereh wangi menjadi bioarang, sehingga produk bioarang yang dihasilkan dapat bermanfaat bagi masyarakat sekitar dan aman bagi lingkungan. Dari penyuluhan dan

demonstrasi pada kegiatan pengabdian ini masyarakat memahami pentingnya pengelolaan limbah dengan baik dan semua peserta telah mengerti tatacara mengelola limbah biomassa khususnya sereh wangi menjadi biorang dengan penguasaan $\geq 80\%$.

Kata Kunci: Limbah, biomassa, sereh wangi, bioarang, pirolisis.

Pendahuluan

Sereh wangi (*Cymbopogon nardus*) termasuk dalam famili Poaceae merupakan tanaman aromatik yang dibudidayakan di sejumlah negara, dan daun sereh wangi tersebut disuling dengan metode uap untuk menghasilkan minyak atsiri. Minyak sereh wangi banyak digunakan dalam industri wangi-wangian dan rempah (Afzal dkk., 2017). Teknologi ekstraksi minyak sereh wangi dapat digolongkan sebagai teknologi berbasis agro bersih. Indonesia termasuk negara penghasil minyak atsiri terbesar ke-9 di dunia (Bertella dkk., 2018). Berdasarkan data International Trade Centre (ITC), nilai ekspor Minyak Atsiri Indonesia pada 2009 sebesar USD 91 juta, bahkan nilainya melonjak hingga USD 161 juta pada tahun 2011 (Arribas dkk., 2013). Oleh karena itu pada tahun-tahun terakhir ini, minyak atsiri mendapat perhatian yang cukup besar dari pemerintah. Sampai saat ini, Indonesia sudah menghasilkan sembilan jenis minyak atsiri yaitu: minyak cengkeh, minyak kenanga, minyak nilam, minyak akar wangi, minyak pala, minyak kayu putih dan minyak sereh wangi (Yen & Lin, 2017).

Hasil utama tanaman sereh wangi adalah minyak atsiri. Kandungan minyak atsiri sereh wangi 0,5-1,5% (Beneti dkk., 2011). Sisa-nya merupakan limbah padat (ampas bahan baku) maupun air bekas penyulingan. Pada provinsi Aceh limbah padat tersebut masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Limbah padat hasil penyulingan minyak sereh wangi di provinsi Aceh diperkirakan mencapai 6.959 ton/tahun bila di berdayakan dengan baik limbah tersebut masih memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Hasil proses ekstraksi dari sereh wangi tersebut dibuang ke lingkungan sehingga diperlukan waktu yang cukup lama (bertahun-tahun) untuk menguraikan limbah tersebut. Metode pembuangan ke lingkungan seperti ini menyebabkan hilangnya nutrisi yang ada didalam tanah, selain itu terjadinya dekomposisi anaerobik pada saat musin hujan dan menyebabkan pencemaran lingkungan dengan melepaskan sejumlah besar metana. Tempat pembuangan sampah menyumbang sekitar 3-19% emisi total metana antropogenik secara global.

Pyrolisis adalah salah satu metode untuk konversi limbah biomassa salah satunya sereh wangi sebagai produk padat (bioarang) (Basu, 2013). Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya. Karbonisasi adalah proses pirolisis lambat, dimana produksi utama yaitu arang. Pirolisis ini merupakan bentuk pirolisis tertua yang digunakan selama ribuan tahun. Pada proses ini, biomassa dipanaskan perlahan tanpa adanya oksigen hingga suhu yang relatif rendah ($\sim 400^\circ\text{C}$) (Becidan, 2007). Proses ini dilakukan dalam jangka waktu yang lama untuk memaksimalkan pembentukan arang. Pirolisis lambat dapat menghasilkan arang berkualitas baik dengan menggunakan suhu rendah dan laju pemanasan yang rendah. Waktu tinggal uap sekitar 5-30 menit. Fraksi organik yang mudah menguap dalam fase uap terus bereaksi satu sama lain untuk menghasilkan arang dan beberapa fraksi cair (Xu dkk., 2018). Produk bio-oil dalam proses ini sangat rendah. Waktu tinggal yang lebih lama memulai perengkahan lebih lanjut untuk mengurangi hasil bio-oil. Proses tersebut mengalami nilai perpindahan panas yang rendah dengan waktu retensi yang lebih lama yang menyebabkan peningkatan pengeluaran dengan masukan energi yang lebih tinggi (Cai dkk., 2021).

Produk padat pirolisis adalah biochar (bioarang) yang memiliki kandungan utama karbon ($\sim 85\%$), oksigen dan hidrogen dan beberapa abu anorganik. Nilai

kalor bioarang berada pada kisaran 25–32 MJ/kg basis kering, yang jauh lebih tinggi daripada produk cairnya (Setiawan dkk., 2019). Karena biomassa adalah karbon netral, pembakaran bioarang dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan batubara. Bioarang dicirikan dengan luas permukaan pori yang besar. Sehingga dengan permukaan pori yang besar, bioarang digunakan sebagai bahan adsorpsi bahan kimia dan penyimpanan karbon di dalam tanah.

Usaha penyulingan minyak sereh wangi di desa KM 6 Kecamatan Simpang Keuramat telah berdiri selama 3 tahun sejak 2018. Bahan baku sereh wangi yang diolah hanya berasal dari kebun milik pribadi yang luasnya mencapai 20 Ha, jenis tanaman sereh wangi yang ditanam adalah jenis mahapengiri G2. Sereh wangi jenis ini umumnya memiliki tinggi tanaman 86,66 cm dengan jumlah anakan 70,66 anakan/batang. Dibanding dengan jenis lain yaitu mahapengiri G1 dan lenabatu, rendemen minyak sereh wangi jenis mahapengiri G2 lebih besar yaitu sebesar 0,92% (Rimantas & Baranauskien, 2006).

Usaha penyulingan minyak sereh wangi di desa KM 6 Kecamatan Simpang Keuramat mampu menghasilkan minyak sebanyak 8-12 kg/penyulingan dengan bahan baku yang digunakan adalah sebanyak 800-1000 kg, karena dalam satu hari dilakukan 2 kali penyulingan maka bahan baku yang digunakan bisa mencapai 1600-2000 kg/hari. Jika rata-rata kandungan minyak dalam daun sereh wangi adalah 0,5%-1,5% maka dalam sehari jumlah limbah padat yang dihasilkan dapat mencapai 1,5 hingga 2 ton.

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, limbah padat hasil penyulingan minyak sereh wangi, berupa daun sereh wangi, yang menumpuk biasa dibakar secara terbuka oleh para petani. Hasil pembakaran yang berupa abu tersebut berdampak langsung pada lingkungan yang menyebabkan polusi udara. Selain itu, abu hasil pembakaran limbah padat tersebut juga mencemari sungai yang berada di dekat lokasi usaha. Untuk saat ini proses penyulingan menggunakan kayu bakar sebagai bahan baku utama untuk memanaskan boiler. Kebutuhan kayu bakar yang tinggi meningkatkan biaya proses penyulingan minyak sereh wangi tersebut. Bahan baku alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan merupakan tuntutan untuk keberlangsungan dan pengembangan usaha tersebut.

Tujuan dari kegiatan pengabdian yang dilakukan di Kampung KM.6, Kecamatan Simpang Keuramat, Aceh Utara ini adalah untuk menambah pengetahuan masyarakat petani sereh wangi agar dapat memanfaatkan limbah hasil penyulingan sebagai produk bermanfaat. Mengurangi pembakaran limbah yang dapat mengakibatkan pencemaran udara dan pencemaran air sungai dari proses pengolahan limbah yang salah.

Metode Pelaksanaan

Tempat dan Waktu. Pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di desa KM.6, Kecamatan simpang keuramat, Aceh Utara pada tanggal 6 November 2021.

Khalayak Sasaran. Khalayak yang menjadi audiensi pada pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini adalah masyarakat di desa KM.6, Kecamatan simpang keuramat, Aceh Utara, yang berjumlah 10 orang yang hadir pada saat pelaksanaan kegiatan termasuk para pekerja (operator) penyulingan minyak sereh wangi di desa tersebut dan masyarakat yang memiliki kebun sereh wangi.

Metode Pengabdian. Metode pengabdian yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode partisipatori. Keberhasilan kegiatan ini dengan menggunakan metode partisipatori sangat ditentukan oleh partisipasi masyarakat yang menjadi sasaran dari kegiatan ini (Adi Setiawan dkk., 2021; Fitria dkk., 2020). Pelaksanaan pengabdian ini dilakukan dengan berbagai metode yang secara umum terdiri dari dua kegiatan utama, yaitu:

1. Penyuluhan, yaitu Pemaparan materi yang dilakukan dalam bentuk diskusi. Pemateri dan narasumber menyampaikan dasar mengenai pemanfaatan limbah hasil panen masyarakat, potensi pasar, memperkenalkan teknologi pemanfaatan limbah biomassa menjadi bioarang, demonstrasi alat secara langsung kepada masyarakat serta pemanfaatan dari bioarang bagi masyarakat dan lingkungan.
2. Demonstrasi, ini dilakukan dengan tujuan untuk memperlihatkan atau praktik langsung bagaimana masyarakat dapat memahami dari pemaparan oleh pemateri dan narasumber terhadap pengelolaan pemanfaatan limbah biomassa menjadi produk bioarang

Indikator Keberhasilan. Indikator tingkat keberhasilan dari kegiatan penyuluhan dalam pengabdian ini adalah masyarakat memiliki pemahaman yang baik tentang pemanfaatan limbah biomassa sebagai produk yang bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Tingkat pemahaman yang diharapkan adalah lebih dari 70% dan setidaknya 80% peserta memiliki pemahaman yang baik tentang pemanfaatan limbah biomassa khususnya limbah pada serah wangi.

Metode Evaluasi. Metode evaluasi yang diterapkan pada kegiatan ini adalah evaluasi semu (*Pseudo Evaluation*). Evaluasi kegiatan penyuluhan dilakukan dengan evaluasi pengetahuan peserta mengenai penanggulangan limbah padat hasil penyulingan serah wangi sesuai pemaparan materi dan demonstrasi. Evaluasi dilakukan dalam bentuk tes atau kuis. Peserta dapat mengisi sendiri tes tersebut atau menjawab dan panitia yang mengisi jawaban dalam lembar soal.

Hasil dan Pembahasan

A. Kegiatan Penyuluhan

Kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan di desa KM.6, Kecamatan Simpang Keuramat, Kabupaten Aceh Utara dengan judul kegiatan “Pembinaan Masyarakat Melalui Pemanfaatan Limbah Padat Serah Wangi Sebagai Bahan Baku Bioarang Untuk Perbaikan Tanah Di Desa Km 6 Kecamatan Simpang Keuramat Aceh Utara” pada tanggal 6 November 2021. Kegiatan pengabdian dimulai pada pukul 10 pagi. Kegiatan diawali dengan pemaparan materi oleh ketua dan dilanjutkan dengan anggota yang lain sesuai keahliannya masing-masing. Kegiatan ini juga dibantu dan diramaikan oleh mahasiswa/i Universitas Malikussaleh dari berbagai program studi di lingkungan fakultas teknik.

Berdasarkan survey lokasi dan analisis kondisi yang telah dilakukan beberapa waktu sebelum kegiatan dilaksanakan, didapati beberapa permasalahan seperti yang telah dijabarkan sebelumnya yang selanjutnya dirumuskan solusi berupa penggunaan teknologi kiln yang dapat mengubah limbah padat serah wangi menjadi produk yang memiliki nilai jual tinggi yaitu bioarang. Kegiatan ini diramaikan oleh para petani serta para masyarakat sekitar desa tersebut. Para peserta umumnya belum mengetahui bagaimana mengolah limbah padat tersebut menjadi sebuah produk yang memiliki banyak manfaat.

Dengan pelaksanaan pengabdian dalam bentuk penyuluhan ini, petani dan masyarakat menyadari betapa pentingnya pengelolaan limbah yang baik. Dengan pengolahan limbah padat hasil penyulingan yang tepat, para petani mampu menghasilkan produk yang dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki unsur hara tanah baik untuk tanaman serah wangi sendiri atau untuk tanaman lainnya. Disisi lain, pengolahan limbah menjadi bioarang ini juga berpotensi menjadi produk bernilai jual yang dapat meningkatkan pendapatan bagi masyarakat sekitar.

B. Hasil Demonstrasi

Proses pemanfaatan limbah padat serah wangi menjadi bioarang dapat dikategorikan atas empat aktivitas utama yaitu pembersihan dan pengeringan limbah serah wangi, memasukkan bahan baku kedalam kiln, pembakaran dan



Gambar 1. Pemaparan materi oleh narasumber terkait limbah biomassa

pemberhentian proses pembakaran. Atas dasar empat aktivitas tersebut, proses pembersihan limbah serah wangi dilakukan untuk membebaskan limbah padat tersebut dari makhluk hidup (kotoran) yang dapat merusak kualitas dari produk akhir yang dihasilkan yaitu bioarang. Dan pengeringan dilakukan untuk memudahkan proses pembakaran dalam reaktor, sehingga biomassa tersebut terbakar secara tidak sempurna sehingga menghasilkan arang.

Memasukkan bahan baku kedalam alat karbonasi menjadi tahapan penting dalam menghasilkan produk biorang. Penyusunan bahan baku dalam drum tidak boleh terlalu padat agar semua baku dapat mengalami pembakaran dengan baik dan tidak terlalu sedikit untuk produktifitas alat. Bahan baku juga diarahkan untuk disusun dekat tepi drum.

Proses pembakaran dilakukan dengan menghantarkan api pada bahan baku yang ada didalam kiln dengan bantuan korek api atau alat lainnya jika bahan baku sudah sangat kering sehingga pembakaran dapat terjadi dengan mudah. Jika bahan baku dalam kondisi tidak cukup kering, pembakaran tetap dapat dilakukan dengan bantuan bahan bakar minyak seperti pertalite dan sejenisnya.

Langkah terakhir dari proses karbonasi adalah menghentikan proses pembakaran. Pembakaran harus dilakukan pada waktu yang tepat. Waktu pembakaran yang terlalu lama akan membuat bahan baku banyak menjadi abu. Pembakaran yang terlalu singkat juga akan menghasilkan biorang dengan kualitas buruk bahkan Sebagian bahan baku belum mengalami proses pembakaran. Lamanya proses pembakaran juga tergantung dari kepadatan bahan baku yang dimasukkan ke dalam kiln. Waktu yang dibutuhkan untuk bahan baku limbah serah wangi dengan kepadatan yang ditetapkan adalah 2,5-3 jam.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan secara langsung dan uji coba langsung didepan masyarakat, sehingga memudahkan masyarakat dalam menerima informasi dan ilmu yang lebih optimal. Serta tahap terakhir dari kegiatan ini yaitu proses penilaian kualitas biorang. Biorang yang baik dapat diidentifikasi secara sederhana dari warna yang hitam legam dan terkstur yang rapuh kering (mudah dihancurkan).

C. Keberhasilan Kegiatan

Setelah kegiatan demonstrasi selesai dilakukan, para peserta melakukan evaluasi pemahaman terkait kegiatan pengabdian yang dilakukan. Evaluasi pemahaman peserta dilakukan dengan menjawab pertanyaan. Pertanyaan terdiri dari 10 (sepuluh) soal yang berisikan pemahaman dasar terkait biomassa dan pemanfaatannya menjadi biorang sesuai pemaparan materi dan kegiatan demonstrasi yang telah dilakukan. Sebagian besar peserta menjawab langsung pada



Gambar 2. Demonstrasi proses karbonasi limbah seroh wangi menggunakan kiln



Gambar 3. Dokumentasi setelah kegiatan selesai

lembar jawaban dan sebagian peserta yang tidak mampu baca tulis menjawab pertanyaan secara lisan dan ditulis dalam lembar soal oleh panitia. Peserta dinyatakan telah memahami isi materi jika dapat menjawab setidaknya 7 (tujuh) dari 10 (sepuluh) soal yang ada yang berarti bahwa peserta setidaknya menguasai 70% dari materi yang diberikan. Berdasarkan hasil evaluasi, seluruh peserta dinyatakan lulus (memahami materi dengan baik) mampu menjawab pertanyaan dengan jawaban benar $\geq 70\%$. Nilai terendah yang didapat yaitu 80% dengan nilai rata-rata peserta 93%.

Kesimpulan

Seluruh peserta memahami pentingnya pengelolaan limbah yang baik dan dampak buruk dari limbah jika dikelola dengan tidak tepat. Peserta juga telah mengetahui bagaimana mengelola limbah padat serah wangi menjadi bioarang yang dapat digunakan langsung untuk memperbaiki unsur hara tanah atau menjadi produk sampingan yang dapat dijual.

Ucapan Terima Kasih

Syukur yang besar-besarnya kami panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa. Shalawat beserta salam kepada suri tauladan kita semua, Rasulullah SAW. Terima kasih kami ucapkan kepada Universitas Malikussaleh yang melalui LPPM telah membiayai kegiatan pengabdian ini dengan no. kontrak 26/PPK-2/SPK-JL/2021. Terima kasih juga kami ucapkan kepada rekan-rekan pelaksana kegiatan atas bantuan dan kerjasamanya hingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dan selesai tepat waktu.

Referensi

- Afzal, A., Munir, A., Ghafoor, A., & Alvarado, J. L. (2017). Development of hybrid solar distillation system for essential oil extraction. *Renewable Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.027>.
- Arribas, M. P., Soro, P., & Silvestre, J. F. (2013). *Allergic Contact Dermatitis to Fragrances: Part 2* &. 104(1), 29–37.
- Basu, P. (2013). Chp. 05: Pyrolysis. In *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812992-0/00005-4>.
- Becidan, M. (2007). Experimental Studies on Municipal Solid Waste and Biomass Pyrolysis. In *PhD Thesis* (Issue May).
- Beneti, S. C., Rosset, E., Corazza, M. L., Frizzo, C. D., Di, M., & Oliveira, J. V. (2011). Fractionation of citronella (*Cymbopogon winterianus*) essential oil and concentrated orange oil phase by batch vacuum distillation. *Journal of Food Engineering*, 102(4), 348–354. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.09.011>.
- Bertella, A., Benlahcen, K., Abouamama, S., Pinto, D. C. G. A., Maamar, K., Kihal, M., & Silva, A. M. S. (2018). Industrial Crops & Products Artemisia herba-alba Asso . essential oil antibacterial activity and acute toxicity. *Industrial Crops & Products*, 116(October 2017), 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.064>.
- Cai, W., Luo, Z., Zhou, J., & Wang, Q. (2021). A review on the selection of raw materials and reactors for biomass fast pyrolysis in China. *Fuel Processing Technology*, 221(106919), 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2021.106919>.
- Fitria, L., Fitrianiingsih, Y., & Jumiati, J. (2020). Penerapan Teknologi Penanaman Mangrove Di Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat, Indonesia. *Panrita Abdi - Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 4(2), 126–135. <https://doi.org/10.20956/pa.v4i2.7613>.
- Rimantas, P., & Baranauskien, R. (2006). *Properties of oregano (Origanum vulgare L .), citronella (Cymbopogon nardus G .) and marjoram (Majorana hortensis L .) flavors encapsulated into milk protein-based matrices*. 39, 413–425. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.09.005>.
- Setiawan, A., Hayat, F., Faisal, & Nur, T. B. (2019). Combustion characteristics of densified bio-char produced from Gayo Arabica coffee-pulp: Effect of binder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 364(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/364/1/012007>.

- Setiawan, A., Anshar, K., Zulnazri, & Subhan. (2021). Pengaruh Penerapan Manajemen Penjadwalan Terhadap Laju Produksi Minyak Sereh Wangi. *Jurnal Panrita Abdi*, 5(4), 619–626.
- Xu, C. C., Liao, B., Pang, S., Nazari, L., Mahmood, N., Tushar, M. S. H. K., Dutta, A., & Ray, M. B. (2018). Biomass Energy. *Comprehensive Energy Systems*, 1–5, 770–794. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00121-8>.
- Yen, H. Y., & Lin, Y. C. (2017). Industrial Crops & Products Green extraction of Cymbopogon citrus essential oil by solar energy. *Industrial Crops & Products*, 108(June), 716–721. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.039>

Penulis:

Syamsul Bahri, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh. E-mail: bahri_rim@yahoo.com

Khairul Anshar, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh. E-mail: khairul.anshar@unimal.ac.id

Adi Setiawan, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh. E-mail: adis@unimal.ac.id

Zainuddin Ginting, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh. E-mail: zginting@unimal.ac.id

Bagaimana men-sitasi artikel ini:

Bahri, S., Anshar, K., Setiawan, A. & Ginting, Z. (2023). Pemanfaatan Limbah Padat Sereh Wangi Sebagai Bahan Baku Bioarang untuk Perbaikan Tanah. *Jurnal Panrita Abdi*, 7(2), 302-309.