

## EDUKASI PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH DAN DAUN KELOR MENJADI SABUN BATANG SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN PAPARAN LOGAM BERAT DARI PEWARNA SINTETIS DAN PESTISIDA DI DESA TLINGSING, CAWAS, KLATEN

Noviana Dewi<sup>1</sup>, Indah Tri Susilowati<sup>1</sup>, Evelyne Heny Lukitasari<sup>2</sup>, Ahmad Khoirul Anwar<sup>2</sup>,  
Daffina Ramadhani Putri Aribowo<sup>1</sup>, Nastiti Sekar Indrastuti<sup>1</sup>, Nova Erlyta Puspitaningrum<sup>1</sup>,  
Layla Nur Hidayah<sup>1</sup>, Devina Marva Aristawati<sup>1</sup>, Satriyo Adhe<sup>2</sup> Saputra, Andi Prasetyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional  
e-mail: [viana072@gmail.com](mailto:viana072@gmail.com)

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional  
e-mail: [indahtrisusilowati@gmail.com](mailto:indahtrisusilowati@gmail.com)

<sup>2</sup>Universitas Sahid Surakarta  
e-mail: [evelynehenny@gmail.com](mailto:evelynehenny@gmail.com)

<sup>2</sup>Universitas Sahid Surakarta  
e-mail: [ahmadkhoirulanwar83@gmail.com](mailto:ahmadkhoirulanwar83@gmail.com)

**Abstrak:** Stress oksidatif yang diinduksi dalam sel oleh generasi reactive oxygen species (ROS) merupakan efek toksik dari logam berat yang melebihi ambang batas jika masuk dalam tubuh dan dapat menyebabkan ancaman Kesehatan. Selain logam berat yang dapat menyebabkan stress oksidatif adalah pestisida. Dampak stress oksidatif akan mengganggu Kesehatan karena memiliki sifat merusak pada protein, DNA, maupun lipid. Paparan logam berat pada pekerja dan pestisida kepada petani melalui kontak kulit, inhalasi atau respirasi, untuk mengurangi dampak inhalasi maupun kontak pada kulit maka dalam pengabdian ini pekerja dan petani diberikan edukasi PHBS, dan salah satunya dengan menjaga kebersihan setelah kontak dengan warna atau pestisida dengan cara cuci tangan menggunakan sabun. Pengabdian masyarakat diberikan melalui metode penyuluhan, pemeriksaan kesehatan berupa mcu, serta pembuatan sabun daun kelor yang mengandung antioksidan.

**Kata Kunci:** Daun kelor, Sabun batang, Logam berat, Pestisida

**Abstract:** *contains the issue and focus of dedication, dedication objectives, dedication research methods / approaches / strategies, and community service results (maximum 150 words). (Arial, size 11 Italic font)*

**Keywords:** *3-6 words (dedication, technology, application, used)*

## Pendahuluan

Stress oksidatif yang diinduksi dalam sel oleh generasi *reactive oxygen species* (ROS) merupakan efek toksik dari logam berat yang melebihi ambang batas jika masuk dalam tubuh dan dapat menyebabkan ancaman Kesehatan (Sani et al., 2023) (Renu et al., 2021). Selain

logam berat yang dapat menyebabkan stress oksidatif adalah pestisida(Sule et al., 2022). Stress oksidatif terjadi dikarenakan tidak adanya keseimbangan antara sumber reaktif yaitu radikal oksigen (ROS) atau Nitrogen reaktif (RNS) terhadap senyawa yang dapat menangkal atau yang disebut dengan antioksidan(Persson et al., 2014). Salah satu dampak dari stress oksidatif adalah cedera sel yang disebabkan oleh kerusakan oksidatif. Target kerusakan oksidatif adalah DNA, lipid, dan protein (adenin dan guanin), dan pirimidin (sitosin dan timin) yang bereaksi dengan radikal hidroksil menjadi bentuk produk tertentu(Halliwell & Gutteridge, 2015). ROS akan mempromosikan perubahan struktural jaringan dan organ karena interaksi dengan protein dan fosfolipid. Konstelasi faktor risiko kardiovaskular (CVRF) biasanya akan berkembang pada subjek dengan kecenderungan gangguan jantung. Stres oksidatif biasanya berhubungan dengan hipertensi (HTN), diabetes mellitus (DM), obesitas dan penyakit kardiovaskular (CVD) seperti penyakit arteri koroner (CAD), kardiomiopati atau gagal jantung (HF) (Rotariu et al., 2022).

Desa Tlingsing, Cawas, Klaten sebagian besar masyarakat memiliki pekerjaan sebagai petani padi dan pewarnaan benang pada batik sulam. Untuk melindungi tanaman hama pengganggu maka petani memberikan banyak pestisida dan herbisida(Islam, 2020). Residu pestisida dalam bentuk Polutan organik persisten (POPs) bersifat persisten, beracun, dan bioakumulatif karena mereka biomagnifikasi melalui rantai makanan. Selain bahan organik, sejak tahun 1950-an, telah ada laporan aplikasi penggunaan timbal (Pb) arsenat dan natrium arsenat sebagai komponen dalam herbisida dan campuran insektisida(Meza-Montenegro et al., 2013). Pewarnaan benang menggunakan partikel logam berat yang berperan sebagai pengikat warna agar terserap ke dalam kain atau hadir sebagai pengotor pewarnaan(Juliani, 2021) (Birgani et al., 2016). Logam berat timbal (Pb) juga di temukan pada bahan pewarnaan tekstil. Hal ini juga didukung Industri pewarnaan benang di Desa Tlingsing, Cawas, Klaten. Pekerja batik akan beresiko terpapar bahan kimia yang digunakan dalam produksi dikarenakan penggunaan APD yang minimum dan didukung kebiasaan dari pekerja yang merasa jika menggunakan APD akan memperlambat dalam bekerja. Di sisi lain, limbah warna dari pewarnaan dilepaskan ke lingkungan oleh masyarakat tanpa pengolahan yang tepat, sehingga melepaskan polutan ke tanah dan air tanah(Juliani, 2021). Hal ini akan menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia dari penggunaan langsung dan paparan tanah yang terkontaminasi, badan air dan air tanah.

Pada manusia, logam berat maupun pestisida masuk kedalam tubuh dengan berbagai cara, seperti makanan yang terkontaminasi, air, kulit, dan inhalasi(Kiran et al., 2022). Pencegahan awal dari paparan logam berat bagi pengrajin perwanaaan benang dan paparan pestisida pada petani adalah dengan membiasakan penggunaan APD, dan melakukan PHBS

(Pola Hidup Bersih dan Sehat). PHBS dilakukan dengan cara melakukan olah raga ringan secara teratur, mengkonsumsi makanan yang mengandung antioksidan, dan terutama menjaga kebersihan setelah kontak dengan warna maupun pestisida. Menjaga kebersihan dengan cara tidak membuang limbah warna kesembarang tempat dan bagi petani menggunakan pestisida sesuai dosis yang dianjurkan (Ariany & Zaidah, 2022) (Sianipar et al., 2021)

Sabun batangan bisa di buat oleh masyarakat dengan menggunakan minyak yang ditambahkan dengan NaOH (Diah Rahmawati et al., "Pemberdayaan Masyarakat Kecamatan Masbagik Melalui Pemanfaatan Sisa/Limbah Nanas Menjadi Sabun Alami," SINERGI: JURNAL PENGABDIAN 1, no. 2 (2020): 47–51.. Proses pembuatan sabun dengan penambahan daun kelor. Daun kelor telah diteliti memiliki beberapa aktivitas farmakologi yaitu aktivitas antioksidan, antiinflamasi, hipolipidemia, hepatoprotektif, antihiperglikemia, antikanker, dan antihipertensi (Aekthammarat et al., 2019) (Verawati et al., 2020). Daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung flavonoid, polifenol, likopen, dan  $\beta$ -karoten. Flavonoid utama yang terdapat pada *Moringa oleifera* yaitu kuersetin. Kuersetin merupakan senyawa antioksidan kuat yang terdapat pada daun kelor, dimana kekuatannya 4-5 kali lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin C dan vitamin E (Jusnita & Tridharma, 2019).

Melihat bahaya logam berat dan pestisida bagi kesehatan terutama jika paparan secara kronis, dan pelaksanaan pola hidup bersih dan sehat yang kurang bagi pekerja, maka dalam pengabdian ini diberikan pelatihan pembuatan sabun dengan bahan organik simplisia daun kelor dikarenakan biaya produksi yang murah, tidak ditambahkan bahan berbahaya, serta memiliki antioksidan tinggi. Produk sabun juga bisa di gunakan sebagai pengembangan ekonomi untuk dijual oleh masyarakat.

## Metode

Metode pelaksanaan pada kegiatan pengabdian ini meliputi beberapa tahapan yang pertama yaitu melakukan survei, perijinan, dan penyerapan aspirasi dari perangkat Desa Tlingsing, Cawas, Klaten untuk pelaksanaan kegiatan. Berdasarkan hasil penyerapan aspirasi permasalahan yang belum tertangani yaitu permasalahan kesehatan pekerja pewarna benang dan petani untuk menjaga kesehatan pekerja dari resiko paparan bahan yang mengandung zat kimia yang berbahaya. Hal ini dilakukan agar pengrajin pewarna kain dan petani dapat terus hidup secara sehat sehingga mampu menjaga kelestarian kain tenun sebagai salah satu warisan budaya di Indonesia serta petani sebagai salah satu penghasil padi bagi kebutuhan pokok masyarakat. Berikut rencana aksi rangkaian kegiatan pengabdian masyarakat.



Gambar 1. Rangkaian Pengabdian Masyarakat.

Sebagai upaya menyamakan persepsi untuk mengatasi permasalahan tersebut maka kemudian dilakukan penyuluhan Kesehatan. Penyuluhan kesehatan dilakukan dengan menggunakan presentasi dengan bantuan power point yang diselenggarakan secara terkoordinasi di Balai Desa Tlingsing. Pada saat penyuluhan kesehatan sekaligus disampaikan hasil pemeriksaan kesehatan secara personal serta pemberian penjelasan terkait saran untuk menjaga Kesehatan. Keberhasilan penyuluhan kesehatan dilihat dari prosentase jumlah undangan yang hadir serta prosentase jumlah undangan yang bertanya. Selain itu peningkatan pengetahuan masyarakat juga dilihat dari hasil pre dan post-test, masyarakat sasaran yang dianalisis menggunakan t-test dengan bantuan spss.



Gambar 2. Penyuluhan Pengabdian Masyarakat

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kesehatan pada Masyarakata berupa pemeriksaan hemoglobin. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan produk sebagai solusi mengatasi permasalahan kesehatan sekaligus meningkatkan ketrampilan. Peningkatan ketrampilan diukur dengan menggunakan kuisioner pembuatan produk. Produk yang diajarkan pada kegiatan ini yaitu pembuatan sabun dengan penambahan daun kelor. Sebelum praktek pembuatan produk masyarakat sasaran diberikan penjelasan terkait tanaman kelor serta kandungannya. Setelah itu diajarkan terkait cara pembuatan sabun daun kelor serta pengemasan yang menarik dengan pembuatan sabun daun kelor sehingga diharapkan dapat menjadi inovasi bisnis untuk peningkatan ekonomi serta peningkatan kesehatan. Langkah pembuatan sabun yang pertama memasukkan air sebanyak 30 ml kedalam wadah, kemudian tambahkan NaOH sebanyak 30 gram/setara dengan 2,5 sendok makan kedalam air (Ingat masukan NaOH dalam air BUKAN sebaliknya). Aduk hingga NaOH terlarut dalam air. Setelah NaOH larut, masukan minyak sebanyak 250 ml. Aduk hingga bahan tercampur sampai membentuk tekstur seperti bubur. Lalu tambahkan bubuk daun kelor dan aduk kembali sampai rata. Tuang pada cetakkan sabun dengan bentuk sesuai keinginan. Lalu tunggu sabun mengeras selama beberapa hari. Selain itu juga diajarkan teknik pengemasan dan foto produk.



Gambar 3. Praktek Pembuatan Sabun Batang



Gambar 4. Praktek Foto Produk Sabun



Terakhir merupakan evaluasi keberhasilan pelaksanaan kegiatan. Keberhasilan program diukur melalui umpan balik dari peserta dengan menggunakan kuisioner indeks kepuasan dari LPPM dan formulir berita acara tindak lanjut kerjasama. Evaluasi ini memberikan gambaran tentang efektivitas program dan kepuasan peserta.

## Hasil

Pada awal kegiatan pengabdian masyarakat ini yang dihadiri oleh ibu-ibu PKK desa Tlingsing diberikan soal pre-test dan pada akhir kegiatan sebelum penutupan diberi soal post-test. Hasil nilai pre-test dan post-test ditunjukkan pada table di bawah ini.

**Tabel 1. Hasil nilai pre-test dan post-test**

No	Nama	Pre	Post
1	Wuryani	3	8
2	Sri Sugeng	4	8
3	Kartini	4	10
4	Wiwin Nurjanah	4	10
5	Sri Handayani	5	10
6	Wasis Tri S	5	10
7	Yantini	5	10
8	Erna Retnosari	4	9
9	Sulastri	4	8
10	Umiyati	4	10
11	Maryani	3	10
12	Haryati	3	10
13	Sutiyana	4	10
14	Efi Maria	4	9
15	Sajinem	3	8
16	Endang Puji A	4	10
17	Tri Hartiningsih	3	10
18	Novi	5	8
19	Yunani	4	10
20	Mujiyati	4	9
21	Evi	6	10
22	Wiwik	4	10
23	Nuning	5	10
24	Sri Handayani	5	8
25	Purningsih	3	8
26	Tarmi	4	8
27	Sri Sutanti	4	9
28	Ristanti	4	9
29	Sri Rejeki	4	9

30	Sri Wahyuni	5	10
31	Dita Puspita	5	10
32	Poniyati	2	8
33	Sri Mugisari	3	10
34	Wahyuni	4	10

Hasil pretest dan posttest kemudian dimasukkan ke dalam SPSS untuk berikutnya diuji menggunakan *Paired Sample Test*

**Tabel 1.1 Uji Statistics  
Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 pretest	4.03	34	.834	.143
posttest	9.29	34	.871	.149

**Tabel 1.2 Uji Correlations  
Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 pretest & posttest	34	.280	.109

**Tabel 1.3 Uji Test  
Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 pretest - posttest	-5.265	1.024	.176	-5.622	-4.907	-29.972	33	.000

Berdasarkan hasil kegiatan penyuluhan dan edukasi terdapat kenaikan pengetahuan pada ibu-ibu PKK Desa Tlingsing dengan membandingkan antara nilai rata-rata pre-test dengan post-test. Hasil pre dan post-test dianalisis dengan menggunakan t-test menggunakan software SPSS. Hasilnya diperoleh nilai signifikansi 0.000 sehingga dapat dikatakan terdapat perubahan pengetahuan yang signifikan. Berdasarkan hasil penulisan kuisisioner diperoleh informasi bahwa peserta merasa senang karena diajarkan ketrampilan membuat sabun dengan penambahan daun kelor yang kaya akan antioksidan.

## Diskusi

Desa Tlingsing yang terletak di Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten sebagian besar masyarakat memiliki pekerjaan sebagai petani padi dan pewarnaan benang pada batik sulam. Dalam pengabdian ini, pemeriksaan kesehatan secara berkala menjadi salah satu hal penting

yang harus diterapkan. Pemeriksaan kesehatan secara rutin berupa pemeriksaan hemoglobin menggunakan POCT, bagi petani padi dan pewarna benang batik sulam yang terkena paparan terus menerus terhadap pestisida dan logam berat. Bertujuan untuk mendeteksi dini anemia dan masalah kesehatan lainnya, sehingga dapat melindungi dan meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat.

Edukasi tentang pentingnya Medical Check-Up kepada masyarakat Desa Tlingsing harus disosialisasikan secara jelas dan tepat. Sehingga masyarakat memahami dampak negatif dari masalah kesehatan yang tidak terdeteksi, dan memahami dampak positif melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala. Penyuluhan kesehatan pada program ini, diharapkan kesadaran masyarakat tentang kesehatan meningkat. Penyuluhan kesehatan dilakukan dengan menggunakan presentasi dengan bantuan power point dan sesi tanya jawab untuk peningkatan pengetahuan masyarakat tentang menjaga kesehatan, terutama untuk para petani padi dan pewarna benang batik sulam yang terpapar bahan kimia setiap harinya.

Pentingnya pengembangan produk berbahan daun kelor sebagai upaya meningkatkan kesehatan dan ekonomi masyarakat. Daun kelor dikenal memiliki antioksidan yang tinggi, dapat diolah menjadi sabun batang yang memberikan banyak manfaat kesehatan serta peluang meningkatkan ekonomi bagi masyarakat. Pelatihan pembuatan sabun batang daun kelor dibuat dari penjernihan minyak, penambahan daun kelor, dan pengemasan. Ini memberikan pengetahuan praktis yang mudah dan dapat langsung diaplikasikan oleh masyarakat.

Diperlukan strategi digital marketing untuk keberhasilan pemasaran produk sabun batang daun kelor. Sudah banyak media sosial, e-commerce, dan platform komunikasi online yang sangat membantu dalam pemasaran produk, memperluas jangkauan pasar, meningkatkan pendapatan ekonomi. Kemajuan teknologi perlu dimanfaatkan oleh masyarakat untuk keberhasilan dalam dunia bisnis melalui strategi digital marketing yang efisien dan efektif. Lembaga kesehatan, universitas, organisasi non-pemerintah harus berkolaborasi untuk memberi dukungan dalam bentuk pelatihan, pendanaan, penyediaan alat kesehatan yang diperlukan. Universitas memegang peranan penting untuk mahasiswa melakukan penelitian dan program pengabdian masyarakat Desa Tlingsing. Hal ini memberikan banyak manfaat bagi kedua belah pihak.

Program ini tidak hanya memberikan manfaat di bidang kesehatan, namun juga di bidang ekonomi. Masyarakat dapat membuka peluang ekonomi baru melalui produk sabun batang daun kelor. Melalui kolaborasi berbagai pihak dan keikutsertaan aktif masyarakat, Desa Tlingsing dapat menjadi contoh desa yang sehat dan produktif. Program pengabdian



masyarakat ini fokus pada kesehatan dan pengembangan ekonomi. Sehingga harapannya dapat menjadi contoh yang baik bagi desa-desa yang kondisinya serupa. Tidak bisa dipungkiri, masih banyak home industry yang belum memiliki dan memahami pentingnya IPAL dalam pembuangan limbah pewarna batik. Perlu adanya diskusi lebih lanjut tentang pembuatan alat alternatif yang sederhana dan efisien sebagai IPAL untuk pembuangan limbah pewarna batik.

Terkait penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) saat bekerja perlu dilakukan pembiasaan untuk mengurangi resiko bahaya dalam bekerja, terutama paparan logam berat dan pestisida. Hal ini memerlukan peran dari pengusaha terkait ketersediaan Alat Pelindung Diri (APD) yang baik bagi para pengrajin di bagian pewarnaan dan petani. Diperlukan tindakan pencegahan awal dari paparan logam berat dan paparan pestisida dengan melakukan PHBS (Pola Hidup Bersih dan Sehat). PHBS dilakukan dengan cara melakukan olahraga ringan secara teratur, mengonsumsi makanan yang mengandung antioksidan, menjaga kebersihan lingkungan, mengelola limbah dengan baik agar tidak mengotori sungai, menjaga kebersihan setelah kontak dengan warna maupun pestisida, dan meningkatkan kebiasaan mencuci tangan.

Disarankan untuk menyediakan program pendampingan jangka panjang bagi masyarakat dalam produksi sabun daun kelor dan penerapan PHBS. Pendampingan ini bisa dalam bentuk pelatihan lanjutan, penyediaan bahan baku, dan bantuan pemasaran produk sabun. Perlu melakukan koordinasi dalam mempertimbangkan pewarna batik dan pestisida menggunakan bahan alam yang kualitasnya tetap baik sebagai alternatif pengganti pewarna dan pestisida sintetik yang mengandung bahan kimia berbahaya. Hal ini dilakukan agar pengrajin pewarna kain dan petani dapat terus hidup secara sehat sehingga mampu menjaga kelestarian kain tenun sebagai salah satu warisan budaya di Indonesia serta petani sebagai salah satu penghasil padi bagi kebutuhan pokok masyarakat.

Pemeriksaan kesehatan secara berkala (Medical Check-Up) perlu dipertimbangkan, sebagai upaya pemantauan kesehatan baik fisik maupun psikis, pada petani padi dan pewarna benang pada batik sulam yang terpapar logam berat dan pestisida. Karena tidak hanya menyebabkan penyakit anemia, hipertensi, dan asam urat. Namun banyak masalah kesehatan lainnya yang dapat mengganggu kualitas kinerja para petani padi dan pewarna benang pada batik sulam.

## **Kesimpulan**

Program pengabdian masyarakat ini berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat Desa Tlingsing, Cawas, Klaten, dalam menghadapi bahaya paparan

logam berat dan pestisida melalui penyuluhan kesehatan dan pelatihan pembuatan sabun dari daun kelor. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pengetahuan masyarakat mengenai pentingnya Pola Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Sabun daun kelor yang diproduksi terbukti mengandung antioksidan yang dapat membantu mereduksi efek toksik logam berat dan pestisida. Program ini tidak hanya memberikan solusi kesehatan tetapi juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat setempat.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada LPPM Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional dan Universitas Sahid Surakarta atas pendanaan dan perijinan yang diberikan sehingga kegiatan ini dapat terlaksana. Selain itu kami juga mengucapkan terima kasih kepada Kelurahan Desa Tlingsing, Cawas, Klaten atas kesediaan bekerja sama dengan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional sehingga dapat bermitra dalam penyelesaian masalah kesehatan di Desa Tlingsing, Cawas, Klaten. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh masyarakat di Desa Tlingsing, Cawas, Klaten yang telah bersedia mengikuti serangkaian kegiatan dari awal sampai akhir.

### Daftar Pustaka

- Aekthammarat, D., Pannangpetch, P., & Tangsucharit, P. (2019). Moringa oleifera leaf extract lowers high blood pressure by alleviating vascular dysfunction and decreasing oxidative stress in L-NAME hypertensive rats. *Phytomedicine*, 54, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.10.023>
- Ariany, F., & Zaidah, U. (2022). Penyuluhan Menjaga Kesehatan Siswa Dengan Mencuci Tangan Di SD Negeri 1 Beleka. *Pijar Mandiri Indonesia: Jurnal Pelatihan, Pengembangan, Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 131-136.
- Birgani, P. M., Ranjbar, N., Abdullah, R. C., Wong, K. T., Lee, G., Ibrahim, S., Park, C., Yoon, Y., & Jang, M. (2016). An efficient and economical treatment for batik textile wastewater containing high levels of silicate and organic pollutants using a sequential process of acidification, magnesium oxide, and palm shell-based activated carbon application. *Journal of Environmental Management*, 184, 229–239. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.066>
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine, Fifth Edition*. Oxford University Press.
- Islam, S. (2020). A Study on the Solutions of Environment Pollutions and Worker's Health Problems Caused by Textile Manufacturing Operations. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 28(4). <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2020.28.004692>
- Juliani, A. (2021). Heavy Metal Characteristics Of Wastewater From Batik Industry In Yogyakarta Area, Indonesia. *International Journal of GEOMATE*, 20(80).

<https://doi.org/10.21660/2021.80.6271>

Jusnita, N., & Tridharma, W. S. (2019). Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.25077/jsfk.6.1.16-24.2019>

Kiran, Bharti, R., & Sharma, R. (2022). Effect of heavy metals: An overview. *Materials Today: Proceedings*, 51, 880–885. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.278>

Meza-Montenegro, M. M., Valenzuela-Quintanar, A. I., Balderas-Cortés, J. J., Yañez-Estrada, L., Gutiérrez-Coronado, M. L., Cuevas-Robles, A., & Gandolfi, A. J. (2013). Exposure assessment of organochlorine pesticides, arsenic, and lead in children from the major agricultural areas in Sonora, Mexico. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 64(3), 519–527. <https://doi.org/10.1007/s00244-012-9846-4>

Persson, T., Popescu, B. O., & Cedazo-Minguez, A. (2014). Oxidative Stress in Alzheimer's Disease: Why Did Antioxidant Therapy Fail? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2014, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2014/427318>

Rahmawati, D., Alpiana, Adiansyah, J. S., Matrani, B. F. A., & Hayani, evi S. N. (2020). Pemberdayaan Masyarakat Kecamatan Masbagik Melalui Pemanfaatan Sisa/Limbah Nanas Menjadi Sabun Alami. *SINERGI: JURNAL PENGABDIAN*, 1(2), 47–51.

Renu, K., Chakraborty, R., Myakala, H., Koti, R., Famurewa, A. C., Madhyastha, H., Vellingiri, B., George, A., & Valsala Gopalakrishnan, A. (2021). Molecular mechanism of heavy metals (Lead, Chromium, Arsenic, Mercury, Nickel and Cadmium) - induced hepatotoxicity – A review. *Chemosphere*, 271, 129735. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129735>

Rotariu, D., Babes, E. E., Tit, D. M., Moisi, M., Bustea, C., Stoicescu, M., Radu, A.-F., Vesa, C. M., Behl, T., Bungau, A. F., & Bungau, S. G. (2022). Oxidative stress – Complex pathological issues concerning the hallmark of cardiovascular and metabolic disorders. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 152, 113238. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113238>

Sani, A., Darma, A. I., Abdullahi, I. L., Musa, B. U., & Imam, F. A. (2023). Heavy metals mixture affects the blood and antioxidant defense system of mice. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 11, 100340. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100340>

Sianipar, E., Ridwan, M., Ibnu, I. N., Guspianto, G., & Reskiaddin, L. O. (2021). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS) pada Mahasiswa Universitas Jambi Selama Pandemi COVID-19. *Jurnal Kesmas Jambi*, 5(2), 55–62. <https://doi.org/10.22437/jkmj.v5i2.13693>

Sule, R. O., Condon, L., & Gomes, A. V. (2022). A Common Feature of Pesticides: Oxidative Stress—The Role of Oxidative Stress in Pesticide-Induced Toxicity. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022, 1–31. <https://doi.org/10.1155/2022/5563759>

Verawati, V., Sari, T. M., & Savera, H. (2020). Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi terhadap Aktivitas Antioksidan dan Kadar Fenolat Total dalam Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 17(1), 90. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v17i1.6013>

