

Valorization of Rambutan Peel as Adsorbent for Tempeh Wastewater

Dewi Kurnianingsih Arum Kusumahastuti^{1*}, Rindang A Laksono¹, Ronal F Hindra¹

¹Chemistry Department, Satya Wacana Christian University, Salatiga, Indonesia;

Article History

Received : January 10th, 2023

Revised : February 24th, 2023

Accepted : March 01th, 2023

*Corresponding Author:

Dewi Kurnianingsih Arum Kusumahastuti,

Satya Wacana Christian University, Salatiga, Indonesia;
Email: dewi.hastuti@uksw.edu

Abstract: Tempeh is one of Indonesia traditional foods which made from fermentation processed soybean. There is wastewater from tempeh production that usually wasted to the river without further treatment. One of the parameters for wastewater is chemical oxygen demand (COD). Higher COD correlated to the higher risk to the environment. To decrease the COD level of tempeh wastewater valorization rambutan peels as adsorbent was done. The adsorbent was prepared by drying up and powdering rambutan peels. Boehm titration was used to characterize some functional groups of rambutan peels. Optimization of the contact time and the acidity level (pH) was done under room temperature condition. As results, the rambutan peel contains carbocyclic (0,0492%), alkaline functional group (0,0360%), phenol (0,0004%) and lactone (0,0002%). Besides, the optimal condition for the reaction were at pH 11 for 90 minutes that can reduce COD level from 23.840 mg/L to 10.230 mg/L.

Keywords: adsorbent, COD, pH, rambutan peels, tempeh wastewater, time valorization.

Pendahuluan

Tempe adalah produk olahan kedelai yang difermentasi menggunakan kapang *Rhizopus Sp.* yang berasal dari Jawa Tengah yang telah dikenal sejak tahun 1800-an (Shurtleff *et al.*, 2020). Tempe disukai oleh sebagian besar orang dari pulau Jawa sehingga diolah menjadi beraneka macam produk pangan, seperti keripik tempe, sambal tempe, campuran sayur lodeh, dan lain-lain. Beberapa penelitian melaporkan bahwa tempe mengandung nutrisi yang baik bagi kesehatan. Fermentasi terhadap kedelai mengakibatkan perubahan biokimia. Misalnya pada kedelai sebelum difermentasi memiliki protein yang lebih rendah daripada tempe sedangkan lipid pada tempe lebih rendah daripada kedelai. (Astuti *et al.*, 2000).

Minat terhadap tempe dan produk olahannya mengakibatkan naiknya produksi tempe. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa rata-rata konsumsi tahu dan tempe per kapita di Indonesia sebesar 0,304-kilogram (kg) setiap minggu pada 2021. Angka tersebut naik 3,75% dibanding tahun sebelumnya yang sebesar 0,293 kg setiap minggu. Sedangkan

rata-rata konsumsi per kapita untuk tempe sebesar 0,146 kg setiap minggu. Jumlahnya meningkat 4,29% dibanding tahun 2020 yang sebanyak 0,146 kg. Seiring dengan peningkatan jumlah konsumsi tersebut, maka jumlah limbah cair yang dihasilkan pun juga bertambah. Biasanya limbah cair tempe hanya dibuang langsung ke perairan tanpa melalui proses pengolahan (Harahap, 2013).

Limbah cair tempe dihasilkan dari proses perebusan, marinasi dan pencucian kedelai. Limbah ini mengandung senyawa organik yang tinggi. Biasanya limbah cair tempe hanya dibuang langsung ke perairan tanpa melalui proses pengolahan. Hal ini mengakibatkan turunnya kualitas air dimana limbah tersebut dibuang. Bahkan penelitian dari (Purwanti *et al.*, 2018) menyatakan bahwa limbah cair tempe dapat membunuh tanaman *Cyperus rotundus* sebanyak 25% dan hingga 50% *Scirpus grossus* pada rentang 7 hari pengujian.

Merujuk pada penjelasan diatas, maka dibutuhkan pengolahan limbah cair tempe sebelum dibuang ke perairan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan adsorben dalam limbah cair

tempe sehingga potensi toksisitasnya dapat berkurang. Usaha pemanfaatan limbah kulit buah sebagai adsorben juga telah marak dilakukan, misalnya kulit buah Nangka sebagai adsorben bagi ion logam Cd(II) (Inbaraj & Sulochana, 2004), dan valorisasi kulit-kulit buah lainnya sebagai adsorben juga dapat ditemukan pada artikel yang ditulis oleh (Matei *et al.*, 2021; Solangi *et al.*, 2021).

Buah rambutan (*Nephelium lappaceum* L.), merupakan tanaman komersial yang penting, banyak ditanam di Asia Tenggara termasuk Indonesia (Poerwanto, 2003). Buah rambutan dapat dikonsumsi segar, kalengan, atau diolah. Pengolahan buah menjadi bermacam-macam produk pangan menghasilkan produk samping dalam jumlah besar berupa kulit, biji, inti, pomace, buah mentah dan/atau rusak yang mengandung senyawa bernilai tambah tinggi (Salakpetch, 2003). Selama pemrosesan tersebut, kulit buah rambutan, yaitu 45,7–64,7% dari berat buah segar, dibuang sebagai produk sampingan (Solís-Fuentes *et al.*, 2010). Oleh karena itu, maka kulit buah rambutan dapat dimanfaatkan (divalorisasi) menjadi produk yang lebih berguna, misalnya sebagai bioadsorben untuk cemaran logam berat seperti Pb(II) (Wattanakornsiri *et al.*, 2022).

Penelitian kulit buah rambutan sebagai penjerap zat-zat organik dan anorganik dalam limbah cair tempe belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat biosorben dari kulit rambutan yang disertai dengan karakterisasi gugus fungsional yang terdapat pada kulit rambutan. Selanjutnya akan diuji valorisasi kulit buah rambutan sebagai bioadsorben bagi limbah cair tempe dilihat penurunan dari angka *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada waktu dan pH yang optimum.

Bahan dan Metode

Bahan dan alat

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: NaOH; Na₂CO₃; NaHCO₃ HCl, HgSO₄, K₂Cr₂O₇, Ag-H₂SO₄, Ferro Ammonium Sulfat, dan feroin. Semua bahan-bahan tersebut merupakan *pro analysis* dari Merck. Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini antara lain seperangkat alat gelas,

ayakan, buret, *grinder*, *shaker*, *timer* dan pH meter.

Preparasi Sampel

Kulit rambutan ditimbang hingga bersih dan dipotong menjadi beberapa bagian. Setelah itu kulit rambutan dimasukkan kedalam oven dengan suhu 80°C selama 1 hari untuk pengeringan. Setelah kering, kulit rambutan tersebut diambil dan dihaluskan dengan mesin hingga menjadi serbuk. Setelah itu serbuk tersebut diayak dengan ayakan 80 mesh dan diambil butiran yang lembut untuk penelitian selanjutnya (modified from (Arami *et al.*, 2005).

Karakterisasi biosorben

Titrisasi Boehm

Serbuk kulit rambutan ditimbang 0,5 g sebanyak 4 kali dan dimasukkan kedalam 4 erlenmeyer yang berbeda. Untuk setiap erlenmeyer dimasukkan berturut – turut 50 ml NaOH; Na₂CO₃; NaHCO₃ dan HCl dengan konsentrasi 0,05 N. kemudian erlenmeyer tersebut ditutup dan diletakkan pada shaker selama 1 hari. Setelah itu larutan tersebut dititrasi dengan HCl 0,05 N atau NaOH 0,05 N (Harti, Allwar, & Fitri, 2016).

Karakterisasi limbah tempe

COD

Blanko dibuat dengan memasukkan akuades kedalam kolf dan ditambahkan seujung spatula (\pm 0,1 g) HgSO₄, setelah itu ditambahkan 3 ml K₂Cr₂O₇ 0,25 N dan 3 ml Ag-H₂SO₄. Kemudian larutan tersebut dipanaskan dengan refluks selama 15 menit. Setelah itu larutan didinginkan dan kondensor dibilas dengan sedikit akuades, lalu dituang ke erlenmeyer serta digenapkan sampai volume menjadi 60 ml. larutan ditambahkan indikator feroin 1 tetes lalu dititrasi dengan Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,1 N sampai titik akhir titrasi berwarna merah coklat. Untuk pengukuran COD limbah cair tempe, diulangi langkah diatas dengan limbah cair tempe dengan pengenceran sebanyak 20 kali sebagai pengganti akuades.

$$COD = \frac{(a - b) \times N \times 8000}{ml \text{ sampel}}$$

Keterangan:

- a = ml FAS blanko
- b = ml FAS sampel
- N = normalitas FAS

Optimalisasi adsorben

Waktu

Serbuk kulit rambutan ditimbang sebanyak 0,5 g dan dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi 50 ml sampel limbah cair tempe. Kemudian erlenmeyer tersebut digoyang dengan 4 kali pengukuran waktu yang berbeda, yaitu 30; 60; 90; 120 menit. Sampel diencerkan sebanyak 20 kali kemudian dilakukan pengukuran COD untuk masing masing pengukuran waktu.

pH

Serbuk kulit rambutan ditimbang sebanyak 0,5 g dan dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi 50 ml sampel limbah cair tempe. Kemudian erlenmeyer tersebut digoyang dengan pH yang berbeda, yaitu 3; 5; 7; 9; dan 11 dengan waktu optimum yang didapat dari pengukuran sebelumnya. Sampel diencerkan sebanyak 20 kali kemudian dilakukan pengukuran COD untuk masing masing pH (modifikasi dari (Setyawan *et al.*, 2018).

Hasil dan Pembahasan

Karakterisasi kulit rambutan sebagai adsorben

Hasil karakterisasi dari kulit rambutan dilakukan dengan menggunakan titrasi Boehm dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi kulit rambutan dengan titrasi Boehm

Gugus	Konsentrasi (M)
Karboksilat	0,0492
Gugus Basa	0,0360
Lakton	0,0002

Pengaruh waktu dan pH terhadap penurunan COD limbah cair tempe

Waktu

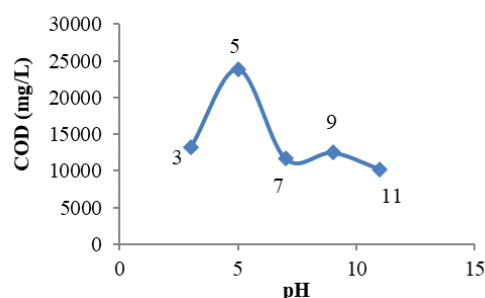
Mengetahui waktu kontak optimum antara adsorben dan limbah cair tempe, maka pengukuran dibuat dengan selang waktu 30 menit. Hasil dari pengukuran waktu kontak optimum antara adsorben dan limbah cair tempe disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Waktu kontak optimum antara adsorben dan limbah cair tempe

Waktu (menit)	Kadar COD (mg/L)
0 menit	23.840
30 menit	23.640
60 menit	22.080
90 menit	17.280
120 menit	22.080

pH

Pengaruh pH penelitian terhadap COD limbah cair tempe dengan waktu kontak 90 menit dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Pengaruh pH terhadap penurunan COD

Pembahasan

Karakterisasi kulit rambutan

Data pada tabel 1 dapat dilihat bahwa adsorben memiliki gugus karboksilat tertinggi diikuti dengan gugus basa, fenol dan lakton. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh (Pereira *et al.*, 2023) yaitu kulit rambutan mengandung lima asam organik yang terdeteksi antara lain: asam sikimat (40,4 %), diikuti oleh asam oksalat (23 %) dan asam sitrat (21 %), sedangkan asam askorbat memiliki konsentrasi terendah yaitu 15%.

Senyawa fenolik yang terdeteksi pada karakterisasi gugus fungsional dengan titrasi Boehm dalam penelitian ini, didukung oleh hasil penelitian Phuong *et al.*, (2020). Senyawa fenolik dominan yang berhasil diketahui pada ekstrak kulit rambutan yaitu geranin, corilagin, rutin, asam elagat, dan quercetin. Lebih lanjut lagi, sepuluh senyawa utama (70,05% dari hasil ekstraksi fase air pada kulit rambutan) yang teridentifikasi adalah inositol, katekol, 5-hidroksimetilfurfural, 2-pentalen, (E)-, asam asetat, 1,2,3-propanetriol, 2-furan -karboksaldehida, 2-siklopenten-1-on, 2-hidroksi-, 1,2-difeniletan-1-ol, dan fenol (Jantapaso & Mittraparp-Arthorn, 2022).

Gugus basa yang terdeteksi menempati peringkat kedua setelah asam karboksilat. Hal ini dapat terjadi karena komposisi kimia dari kulit rambutan, mengandung gugus basa yaitu bagian dari struktur kimia yang dapat mendonorkan elektron kepada zat yang lainnya (Kumar *et al.*, 2015). Salah satu contohnya adalah lignin, yang mempunyai struktur kimia polimer organik kompleks. Secara kimia, lignin adalah polimer fenol yang berikatan silang (Oliveira *et al.*, 2022). Lakton yang terdeteksi sebesar 0,0002 Molar salah satunya merupakan lakton yang terdapat dalam asam askorbat. Dalam bidang komersialisasi, asam askorbat dikenal dengan nama vitamin C (Fraatz *et al.*, 2014). Secara kimia, asam askorbat juga memiliki nama lain yaitu lakton 6-karbon (Levine *et al.*, 2020).

Pengaruh waktu dan pH terhadap penurunan COD limbah cair tempe

Waktu

Penentuan waktu optimum dibutuhkan dalam menurunkan COD, maka dalam penelitian ini dilakukan variasi waktu kontak antara adsorben dan limbah cair tempe. Penurunan angka COD sangat penting dilakukan karena kandungan senyawa organik dan anorganik yang cukup besar dapat mengakibatkan turunnya oksigen terlarut didalam air (Ramadhani *et al.*, 2013). Hal ini dapat membahayakan kehidupan flora dan fauna didalam air, karena ketersediaan oksigen yang tidak mencukupi untuk melangsungkan kehidupan (Cundari *et al.*, 2022). Data pada tabel 2 menunjukkan bahwa COD mengalami penurunan seiring dengan penambahan waktu kontak sampai pada waktu tertentu yaitu 90 menit.

Waktu tersebut (90 menit), COD mengalami penurunan maksimal yaitu pada 17,280. Selang waktu selanjutnya yaitu 120 menit, nilai COD justru mengalami kenaikan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kapasitas adsorben yang telah jenuh untuk dapat menyerap zat-zat organik maupun anorganik dalam limbah cair tempe tersebut (Mittal *et al.*, 2021). Oleh karena itu, waktu optimum penyerapan zat-zat pengotor anorganik dan organik pada 90 menit. Hasil penelitian yang sama juga telah dilaporkan oleh Hasanah *et al.*, (2022) yaitu penyerapan zat pewarna seperti *Malachite Green*, *Procion Red*, and *Congo Red Dyes* dengan kulit rambutan juga optimal pada waktu kontak 90 menit.

pH

Setelah mendapatkan waktu optimum yaitu 90 menit, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh pH dalam penurunan angka COD. Dari Gambar 1, diketahui angka COD paling rendah terdapat pada pH 11 dengan nilai 10240 mg/L. Sedangkan COD sebelum adanya perlakuan adalah 23, 840 mg/L. Hal ini menunjukkan penurunan level COD yang signifikan yaitu sebanyak 13,6 mg/L. Hal ini merujuk pada kondisi lingkungan untuk penurunan angka COD dengan adsorbent kulit rambutan yaitu pada kondisi basa (alkali). Ketika pH larutan meningkat, gugus fungsi menjadi lebih terionisasi dan terdeprotonasi. Oleh karena itu, terjadi muatan negatif spesies gugus fungsi pada adsorben dan dapat menarik muatan positif dari zat-zat organik dan anorganik dalam limbah cair tempe. Penjelasan lebih lanjut untuk kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi dengan peningkatan pH dapat disebabkan oleh interaksi elektrostatis antara zat pengotor dan adsorben. Hasil penelitian serupa yaitu penyerapan Pb (II) dan Cd (II) oleh kulit rambutan juga optimal pada pH yang semakin tinggi (basa) (Wattanakornsiri *et al.*, 2022).

Kesimpulan

Valorisasi adalah salah satu cara untuk menaikkan nilai suatu limbah menjadi barang yang lebih berdayaguna. Pada penelitian ini, valorisasi kulit rambutan menjadi bioadsorben terbukti dapat menurunkan angka COD dari limbah cair tempe. Ketika angka COD turun, maka kualitas limbah cair tempe meningkat, yaitu terjadi peningkatan jumlah oksigen dalam limbah cair tempe tersebut. Pembuangan limbah cair tempe setelah diberi perlakuan oleh kulit rambutan kedalam perairan menjadi lebih banyak mengandung oksigen yang dibutuhkan oleh flora dan fauna dalam air untuk tetap bertahan hidup. Dari penelitian ini didapat waktu optimum penurunan COD yaitu 90 menit dengan pH 11.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Kristen Satya Wacana yang telah mendukung penelitian ini.

Referensi

- Arami, M., Limaee, N. Y., Mahmoodi, N. M., & Tabrizi, N. S. (2005). Removal of dyes from colored textile wastewater by orange peel adsorbent: Equilibrium and kinetic studies. *Journal of Colloid and Interface Science*, 288(2), 371–376. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2005.03.020>
- Astuti, M., Meliala, A., Dalais, F. S., & Wahlqvist, M. L. (2000). Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 9(4), 322–325. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1440-6047.2000.00176.x>
- Cundari, L., Suhendra, A. A., Indahsari, S. R., Asnari, M., Afrah, B. D., Gunawan, A., & Alfatih, M. M. (2022). Efektivitas Karbon Aktif Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Pada Pengolahan Limbah Cair Tempe. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 11(2), 403–410. DOI: <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v11i2.49422>
- Fraatz, M. A., Rühl, M., & Zorn, H. (2014). *Food and feed enzymes. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* (Vol. 143). DOI: https://doi.org/10.1007/10_2013_235
- Harahap, S. (2013). Pencemaran Perairan Akibat Kadar Amoniak yang Tinggi dari Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal AKuatika*, IV(2), 183–194. URL: <http://jurnal.unpad.ac.id/akuatika/article/view/3142>
- Harti, R., Allwar, A., & Fitri, N. (2016). Karakterisasi Dan Modifikasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Dengan Asam Nitrat Untuk Menjerap Logam Besi Dan Tembaga Dalam Minyak Nilam. *Chemical*, 1(2), 74–83. DOI: <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol1.iss2.art9>
- Hasanah, M., Juleanti, N., Priambodo, A., Arsyad, F. S., Lesbani, A., & Mohadi, R. (2022). Utilization of Rambutan Peel as a Potential Adsorbent for the Adsorption of Malachite Green, Procion Red, and Congo Red Dyes. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 23(3), 148–157. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/14744>
- Inbaraj, B. S., & Sulochana, N. (2004). Carbonised jackfruit peel as an adsorbent for the removal of Cd(II) from aqueous solution. *Bioresource Technology*, 94(1), 49–52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.11.018>
- Jantapaso, H., & Mittraparp-Arthorn, P. (2022). Phytochemical Composition and Bioactivities of Aqueous Extract of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L. cv. Rong Rian) Peel. *Antioxidants*, 11(5), 1–12. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11050956>
- Kumar, B., Smita, K., Cumbal, L., & Angulo, Y. (2015). Fabrication of silver nanoparticles using *Nephelium lappaceum* (Rambutan) peel: A sustainable approach. *Journal of Molecular Liquids*, 211, 476–480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2015.07.067>
- Levine, M., Ebeuwa, I., & Violet, P. C. (2020). *Vitamin C. Essential and Toxic Trace Elements and Vitamins in Human Health*. Elsevier Inc. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805378-2.00018-8>
- Matei, E., Râpă, M., Predescu, A. M., Țurcanu, A. A., Vidu, R., Predescu, C., ... Orbeci, C. (2021). Valorization of agri-food wastes as sustainable eco-materials for wastewater treatment: Current state and new perspectives. *Materials*, 14(16). DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14164581>
- Mittal, J., Ahmad, R., Mariyam, A., Gupta, V. K., & Mittal, A. (2021). Expeditious and enhanced sequestration of heavy metal ions from aqueous environment by papaya peel carbon: A green and low-cost adsorbent. *Desalination and Water Treatment*, 210, 365–376. DOI: <https://doi.org/10.5004/dwt.2021.26562>
- Oliveira, E. I. da S., Santos, J. B., Mattedi, S., & José, N. M. (2022). Rambutan peel: An unconventional source of lignin and its potential applications in polymer science. *Research, Society and Development*, 11(1), e49911125320. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25320>
- Pereira, C., In, M., Petrovi, J., Sokovi, M., Calhelha, R. C., Oliveira, M. B. P. P., ...

- Barros, L. (2023). Valorization of rambutan (*Nephelium lappaceum* L .) peel: Chemical composition , biological activity , and optimized recovery of anthocyanins, 165(February). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112574>
- Phuong, N. N. M., Le, T. T., Dang, M. Q., Van Camp, J., & Raes, K. (2020). Selection of extraction conditions of phenolic compounds from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) peel. *Food and Bioproducts Processing*, 122, 222–229. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.05.008>
- POerwanto, R. (2003). Rambutan and longan production in Indonesia. *II International Symposium on Lychee, Longan, Rambutan and Other Sapindaceae Plants* 665, 81–86.
- Purwanti, I. F., Simamora, D., & Kurniawan, S. B. (2018). Toxicity Test of Tempe Industrial. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 9(4), 1166–1172.
- Ramadhani, G., Ramadhani, G. I., & Moesriati, A. (2013). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), D22–D26. DOI: <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/3210%0Ahttps://ejurnal.its.ac.id>
- Salakpetch, S. (2003). Rambutan Production in Thailand. *II International Symposium on Lychee, Longan, Rambutan and Other Sapindaceae Plants* 665, 67–72.
- Setyawan, M. N., Wardani, S., & Kusumastuti, E. (2018). Arang Kulit Kacang Tanah Teraktivasi H₃PO₄ sebagai Adsorben Ion Logam Cu(II) dan Diimobilisasi dalam Bata Beton. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 262–269. Retrieved from URL: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs/article/view/25879>
- Shurtleff, William; Aoyagi, A. (2020). *History of Tempeh dan Tempeh Products*. Lafayette: Soyinfo Center.
- Solangi, N. H., Kumar, J., Mazari, S. A., Ahmed, S., Fatima, N., & Mubarak, N. M. (2021). Development of fruit waste derived bio-adsorbents for wastewater treatment: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 416(April), 125848. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125848>
- Solís-Fuentes, J. A., Camey-Ortíz, G., Hernández-Medel, M. del R., Pérez-Mendoza, F., & Durán-de-Bazúa, C. (2010). Composition, phase behavior and thermal stability of natural edible fat from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed. *Bioresource Technology*, 101(2), 799–803. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.08.031>
- Wattanakornsiri, A., Rattanawan, P., Sanmueng, T., Satchawan, S., Jamnongkan, T., & Phuengphai, P. (2022). Local fruit peel biosorbents for lead(II) and cadmium(II) ion removal from waste aqueous solution: A kinetic and equilibrium study. *South African Journal of Chemical Engineering*, 42(September), 306–317. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2022.09.008>