

## PENGARUH VARIASI WAKTU DAN SUHU ULTRASONIKASI TERHADAP PERUBAHAN GUGUS FUNGSI GRAFIT

Sukawati Eka Puji Lestari<sup>1</sup>, Diah Hari Kusumawati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
[sukawatilestari@mhs.unesa.ac.id](mailto:sukawatilestari@mhs.unesa.ac.id)

### Abstrak

Ultrasonikasi merupakan salah satu metode yang memanfaatkan gelombang mekanik untuk memecah ikatan atau gugus fungsi pada material. Pengaruh variasi waktu dan suhu ultrasonik mampu mengubah gugus fungsi pada bahan grafit. Penelitian ini dimulai dengan melakukan proses *stirring* pada grafit dan dilanjutkan proses ultrasonikasi dengan variasi waktu masing-masing 1 jam, 2 jam dan 3 jam untuk variasi suhu dilakukan pada suhu 40°, 50° dan 60°C. Proses karakterisasi dilakukan dengan pengujian *Fourier Transform InfraRed* (FTIR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu dan suhu ultrasonik menghasilkan gugus fungsi yang berbeda disetiap sampelnya. Pertama untuk suhu 40°C perubahan gugus fungsi terjadi ketika waktu ultrasonikasi mencapai waktu 3 jam, terdapat pada bilangan gelombang 3544 – 3227 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C = O. Kedua untuk suhu 50°C, pada suhu ini perubahan terjadi disetiap variasi waktu yang diberikan, pada waktu ultrasonikasi 1 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 1437 – 1399 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C – O, untuk waktu ultrasonikasi 2 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 3448 – 3232 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C = O, selanjutnya untuk waktu ultrasonikasi 3 jam terjadi dua perubahan gugus fungsi yaitu ketika bilangan gelombang 3494 – 3237 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C = O, selanjutnya ketika bilangan gelombang 1441 – 1419 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C – O. Ketiga untuk suhu 60°C, pada suhu ini perubahan juga terjadi pada setiap variasi waktu yang diberikan, pada waktu ultrasonikasi 1 jam terjadi dua perubahan gugus fungsi yaitu ketika bilangan gelombang 3550 – 3226 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C = O, selanjutnya ketika bilangan gelombang 1444 – 1403 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C – O, untuk waktu ultrasonikasi 2 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 3549 – 3226 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C = O, kemudian untuk waktu ultrasonikasi 3 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 1445 – 1416 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C – O.

**Kata Kunci:** Grafit, ultrasonikasi, gugus fungsi.

### Abstract

Ultrasonication is one method that utilizes mechanical waves to break bonds or functional groups in materials. The effect of ultrasonic time and temperature variations is able to change functional groups in graphite materials. This study began with a stirring process in graphite and continued by ultrasonication with variations of each hour, 2 hours and 3 hours for temperature variations carried out at a temperature of 40°, 50° and 60°C.. The characterization process is carried out by testing Fourier Transform InfraRed (FTIR). The results of the study showed that the variation of time and ultrasonic temperature produced different functional groups in each sample. First for a temperature of 40°C the change in functional group occurs when the ultrasonication time reaches 3 hours, there is a wave number 3544 - 3227 cm<sup>-1</sup> associated with the C = O bond. Second for the temperature of 50°C, at this temperature changes occur in each variation of time given, at the time of 1 hour ultrasonication a change in the functional group occurs when the wave number 1437 - 1399 cm<sup>-1</sup> is related to the C-O bond, for the 2 hour ultrasonication a functional group changes when the wave number 3448 - 3232 cm<sup>-1</sup> is related to the C = O bond, then for the 3 hour ultrasonication there were two changes in functional groups, namely when the wave number 3494 - 3237 cm<sup>-1</sup> was related to the C = O bond, then when the wave number 1441 - 1419 cm<sup>-1</sup> was related to the C-O bond. Third for the temperature of 60°C, at this temperature changes also occur at each time variation given, at the time of 1 hour ultrasonication there were two changes in functional groups, namely when wave numbers 3550 - 3226 cm<sup>-1</sup> related to C = O bonds, then when wave number 1444 - 1403 cm<sup>-1</sup> which is related to the C - O bond, for the 2 hour ultrasonication a functional group change occurs when wave numbers 3549 - 3226 cm<sup>-1</sup> are related to the C = O bond, then for the 3 hour ultrasonication a functional group change occurs when the wave number 1445 - 1416 cm<sup>-1</sup> is related to the C - O bond.

**Keywords:** Graphite, ultrasonication, functional groups.

### PENDAHULUAN

Grafit merupakan salah satu bentuk dari alotrop karbon. Sebagai bentuk alotrop dari karbon,

grafit memiliki struktur kristal heksagonal dan rhombohedral. Grafit dengan struktur kristal heksagonal cenderung lebih stabil dengan

karakteristik densitas sebesar  $2,26 \text{ g/cm}^3$  [4]. Pada penelitian sebelumnya, grafit banyak diproses menggunakan ultrasonik untuk mendapatkan hasil yang diharapkan, seperti perubahan alotrop atau perubahan gugus fungsi dari bahan grafit berdasarkan uji FTIR yang dilakukan. Pada penelitian sebelumnya, grafit banyak diproses menggunakan ultrasonik untuk mendapatkan hasil yang diharapkan, seperti *Graphite Oxide*, *Graphene* maupun untuk mengetahui perubahan karakteristik dari grafit akibat proses ultrasonikasi.

Metode ultrasonik, merupakan metode yang menggunakan gelombang mekanik longitudinal yang tidak dapat didengar oleh telinga manusia karena frekuensi tinggi yang dimiliki, mampu merambat dalam medium padat, cair, dan gas [5]. Suslick and Nyborg (1988) mengungkapkan ultrasonik adalah gelombang akustik yang mempunyai frekuensi lebih besar dari 16-20 kHz. Cameron and Wang (2006) mengungkapkan pengembangan proses ekstraksi melalui metode ultrasonik terus dilakukan agar mendapat waktu yang lebih singkat dan hasil yang lebih baik.

FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan teknik pengukuran untuk mengumpulkan spektrum inframerah. Pada hasil uji FTIR akan didapatkan hasil berupa spektrum inframerah dan informasi mengenai gugus fungsi dari bahan grafit murni maupun akibat proses ultrasonikasi. Sehingga dari hasil uji FTIR dapat diketahui perubahan gugus fungsi apa saja yang terjadi pada bahan grafit.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk mengetahui perubahan gugus fungsi dari bahan grafit dengan kemurnian 99%. FTIR merupakan uji yang akan dilakukan dalam penelitian ini, sampel yang akan di uji antara lain adalah sampel grafit akibat proses ultrasonik dan perlakuan tanpa proses ultrasonik, pengujian sampel tanpa proses ultrasonik dilakukan guna untuk membandingkan hasil dari uji FTIR.

## METODE

### A. Alat dan Bahan

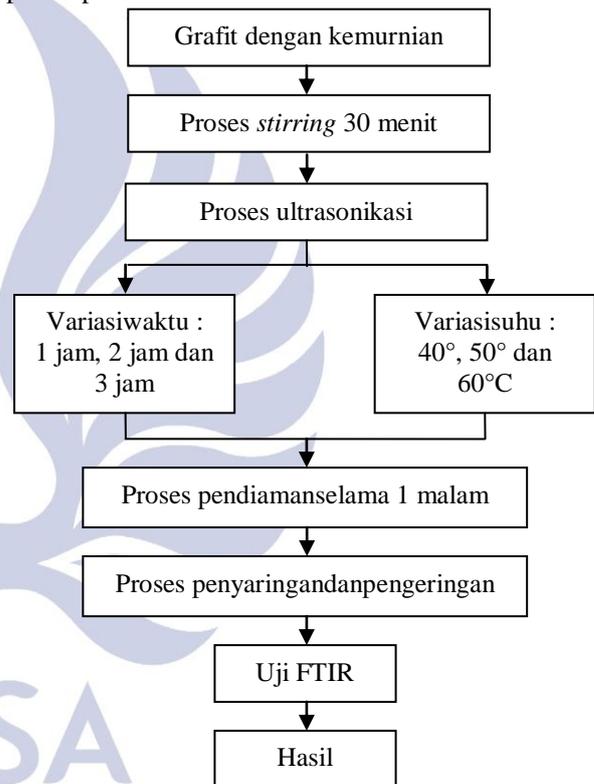
Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah grafit dengan kemurnian 99% dan aquades. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ultrasonic Cleaning Baths* dengan frekuensi 37 kHz.

### B. Preparasi Sampel

Dalam penelitian ini, yaitu dengan berbahan dasar grafit dengan kemurnian 99% serta menggunakan aquades sebagai pelarut dilakukan proses ultrasonikasi. Sebelum proses ultrasonikasi dilakukan, pertama bahan grafit ditimbang sebanyak 5 gr dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 200 ml kemudian proses yang harus dikerjakan adalah melakukan string selama 30 menit guna mempermudah proses ultrasonikasi. Proses ultrasonikasi dilakukan dengan beberapa variasi yaitu variasi waktu dan suhu, dimana

masing-masing variasi dilakukan pada waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam serta variasi suhu masing-masing  $40^\circ$ ,  $50^\circ$  dan  $60^\circ\text{C}$ . Setelah proses ultrasonikasi tersebut selesai, tahap selanjutnya adalah mendinginkan larutan hasil ultrasonikasi selama satu malam agar pengotor yang mungkin terdapat pada grafit menjadi terpisah dan memudahkan proses penyaringan. Setelah proses penyaringan, proses selanjutnya adalah pengeringan, bahan dikeringkan menggunakan oven selama 21 jam sampai bahan benar-benar kering. Dan bahan siap untuk dilakukan pengujian, uji yang dilakukan adalah uji FTIR.

Berikut disajikan dalam bentuk diagram alir guna untuk memudahkan memahami alur dari proses penelitian:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

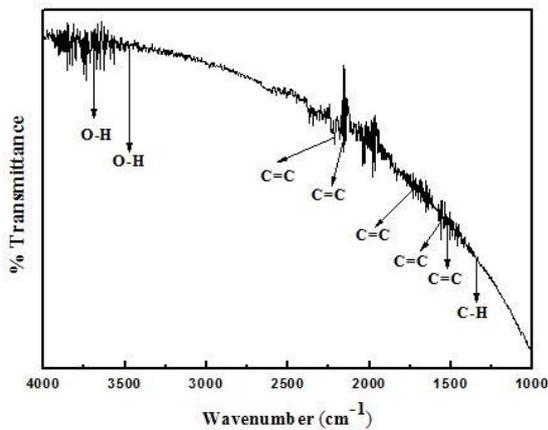
### Hasil Karakterisasi FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Pada penelitian ini, bahan yang di uji antara lain adalah grafit hasil ultrasonikasi pada suhu  $40^\circ$ ,  $50^\circ$  dan  $60^\circ\text{C}$  dengan variasi waktu masing-masing 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Pengujian juga dilakukan untuk grafit murni atau grafit yang tidak melalui proses ultrasonikasi guna untuk membandingkan hasil serta mengetahui perubahan apa yang terjadi.

Hasil dari spektrokopi FTIR adalah berupa gugus-gugus fungsional. Uji FTIR dilakukan menggunakan alat *Thermo-Scientific FT-IR spectrometer* dengan rentang bilangan gelombang  $400-4000 \text{ cm}^{-1}$ . Pengolahan ultrasonikasi dilakukan menggunakan alat *Elmasonic S 40 H*, frekuensi 37

kHz dengan rentang suhu 30°-80°C. Pada penelitian ini variasi suhu yang diberikan antara lain yaitu suhu 40°, 50° dan 60°C, untuk waktu yang diberikan antara lain yaitu pada waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Uji FTIR juga diberikan untuk sampel grafit murni atau grafit yang tidak diberikan perlakuan yang akan digunakan sebagai pembandingan.

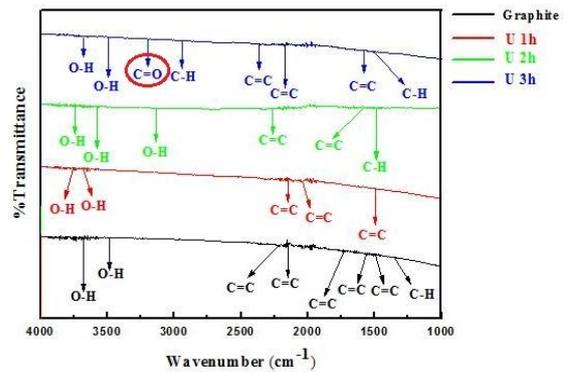
a). Grafit



Gambar 2. Hasil uji FTIR grafit murni

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada bilangan gelombang 3670 – 3629 cm<sup>-1</sup> ada vibrasi *stretching* O – H dimana pada puncak yang terdeteksi memberikan bentuk gelombang medium hingga ke tajam. Untuk bilangan gelombang 3425 cm<sup>-1</sup> ada vibrasi *stretching* O – H, dimana pada bilangan gelombang tersebut sangat mendekati puncak 3428 cm<sup>-1</sup> yang mana terdapat zona serapan yang luas muncul, yang dianggap berasal dari OH anti simetri dan peregangan getaran dalam air bebas [1]. Kemudian untuk bilangan gelombang 2249 – 2180 cm<sup>-1</sup> ada vibrasi *stretching* C = C dimana puncak yang terdeteksi terdapat faktor tidak tetap mempengaruhi dan menyebabkan bentuk gelombang menjadi berubah-ubah. Pada bilangan gelombang 2137 – 2106 ada vibrasi *stretching* C = C dimana puncak yang terdeteksi memberikan bentuk gelombang yang melemah. Untuk bilangan gelombang 1624 – 1541 cm<sup>-1</sup> ada vibrasi *aromatic stretching* C = C dimana puncak yang terdeteksi cenderung medium dan pada rentang tersebut disumbangkan oleh hibridasi sp<sup>2</sup> yaitu peregangan getaran dalam cincin karbon heksagonal grafit [1]. Kemudian pada bilangan gelombang 1557 – 1534 cm<sup>-1</sup> ada vibrasi *aromatic stretching* C = C dimana puncak yang terdeteksi cenderung medium hingga kuat. Kemudian pada bilangan gelombang 1522 – 1498 cm<sup>-1</sup> ada vibrasi *aromatic stretching* C = C dimana pada puncak yang terdeteksi terdapat faktor tidak tetap yang mempengaruhi sehingga bentuk gelombang menjadi berubah-ubah. Untuk bilangan gelombang 1420 cm<sup>-1</sup> ada vibrasi *rocking* C – H dimana puncak yang terdeteksi cenderung lebih medium.

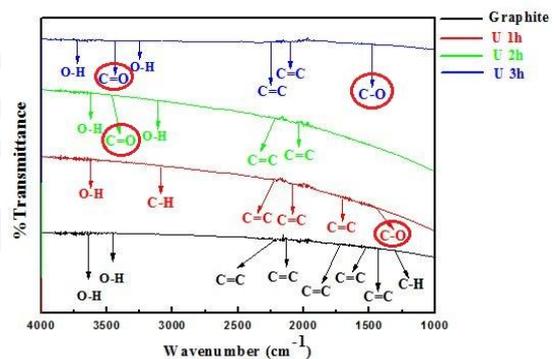
b). Grafit Hasil Ultrasonikasi Suhu 40°C



Gambar 3. Hasil uji FTIR ultrasonikasi grafit suhu 40°C waktu 1, 2 dan 3 jam

Gambar 3 diatas merupakan hasil uji FTIR untuk grafit murni dan grafit yang telah diproses dengan suhu ultrasonikasi 40°C variasi waktu 1, 2 dan 3 jam dimana hasil menunjukkan perubahan ketika waktu ultrasonikasi mencapai 3 jam terjadi perubahan gugus fungsi pada bilangan gelombang 3544 – 3227 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C = O, dimana bentuk gelombang yang terdeteksi cenderung lebih lemah. Perubahan terjadi dikarenakan suhu dan waktu yang diberikan pada proses ultrasonikasi memberikan pengaruh panas pada bahan. Seperti yang diungkapkan oleh Sulungbudi dkk., (2017) dimana dalam proses ultrasonikasi akan terbentuk panas tinggi yang dapat mempengaruhi karakteristik bahan yang diproses.

c). Grafit Hasil Ultrasonikasi Suhu 50°C

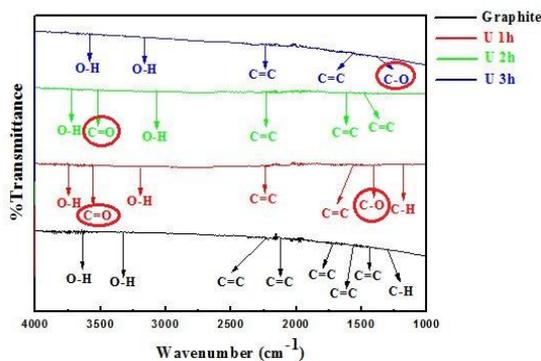


Gambar 4. Hasil uji FTIR ultrasonikasi grafit suhu 50°C waktu 1, 2 dan 3 jam

Gambar 4 diatas merupakan hasil uji FTIR untuk grafit murni dan grafit yang telah diproses dengan suhu ultrasonikasi 50°C variasi waktu 1, 2 dan 3 jam dimana hasil menunjukkan perubahan gugus fungsi disetiap variasi waktu yang diberikan, pada variasi waktu 1 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 1437 – 1399 cm<sup>-1</sup> yang berkaitan dengan ikatan C – O. Kemudian untuk waktu ultrasonikasi 2 jam terjadi perubahan

gugus fungsi ketika bilangan gelombang 3448 – 3232  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C = O. Selanjutnya untuk waktu ultrasonikasi 3 jam terjadi 2 perubahan gugus fungsi yaitu yang pertama ketika bilangan gelombang 3494 – 3237  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C = O, kedua ketika bilangan gelombang 1441 – 1419  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C – O.

#### d). Grafit Hasil Ultrasonikasi Suhu 60°C



Gambar 5. Hasil uji FTIR ultrasonikasi grafit suhu 60°C waktu 1, 2 dan 3 jam

Gambar 5 diatas merupakan hasil uji FTIR untuk grafit murni dan grafit yang telah diproses dengan suhu ultrasonikasi 60°C variasi waktu 1, 2 dan 3 jam dimana hasil menunjukkan perubahan gugus fungsi disetiap variasi waktu yang diberikan, pada variasi waktu 1 jam terjadi dua perubahan gugus fungsi yaitu pertama ketika bilangan gelombang 3550 – 3226  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C = O, kedua ketika bilangan gelombang 1444 – 1403  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C – O. Selanjutnya untuk variasi waktu 2 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 3549 – 3226  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C = O. Kemudian untuk variasi waktu 3 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 1445 – 1416  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C – O.

#### PENUTUP

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa proses ultrasonikasi dengan memberikan variasi waktu dan suhu ternyata mampu mempengaruhi perubahan karakteristik kimia dari bahan grafit. Ditunjukkan pada hasil uji FTIR yang mengalami perubahan gugus fungsi disetiap suhu, serta waktu ultrasonikasi. Pertama untuk suhu 40°C perubahan gugus fungsi terjadi ketika waktu ultrasonikasi mencapai waktu 3 jam, terdapat pada bilangan gelombang 3544 – 3227  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C = O. Kedua untuk suhu 50°C, pada suhu ini perubahan terjadi disetiap variasi waktu yang diberikan, pada waktu ultrasonikasi 1 jam terjadi perubahan gugus fungsi

ketika bilangan gelombang 1437 – 1399  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C – O, untuk waktu ultrasonikasi 2 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 3448 – 3232  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C = O, selanjutnya untuk waktu ultrasonikasi 3 jam terjadi dua perubahan gugus fungsi yaitu ketika bilangan gelombang 3494 – 3237  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C = O, selanjutnya ketika bilangan gelombang 1441 – 1419  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C – O. Ketiga untuk suhu 60°C, pada suhu ini perubahan juga terjadi pada setiap variasi waktu yang diberikan, pada waktu ultrasonikasi 1 jam terjadi dua perubahan gugus fungsi yaitu ketika bilangan gelombang 3550 – 3226  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C = O, selanjutnya ketika bilangan gelombang 1444 – 1403  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C – O, untuk waktu ultrasonikasi 2 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 3549 – 3226  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C = O, kemudian untuk waktu ultrasonikasi 3 jam terjadi perubahan gugus fungsi ketika bilangan gelombang 1445 – 1416  $\text{cm}^{-1}$  yang berkaitan dengan ikatan C – O. Perubahan terjadi dikarenakan suhu dan waktu yang diberikan pada proses ultrasonikasi memberikan pengaruh panas pada bahan, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan pada gugus fungsi grafit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peng, T., Liu, B., Gao, X., Luo, L., Sun, H., 2018. Preparation, quantitative surface analysis, intercalation characteristics and industrial implications of low temperature expandable graphite. *Appl. Surf. Sci.* 444, 800–810. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.03.089>
- [2] Sulungbudi, G.T., Z.L., W., Salam, R., Mujamilah, M., 2017. Pengendalian Suhu Ultrasonikasi Pada Pelapisan Nanopartikel Magnet (Fe3O4) Dengan Kitosan. *J. Kim. Dan Kemasan* 39, 95. <https://doi.org/10.24817/jkk.v39i2.2838>
- [3] Suslick, K.S., Nyborg, W.L., 1988. *ULTRASOUND: Its Chemical, Physical and Biological Effects*. *J. Acoust. Soc. Am.* 87, 919–920. <https://doi.org/10.1121/1.398864>
- [4] T. D. Burchell, B., 1999. Structure and Bonding in Carbon Materials, in: *Carbon Materials for Advanced Technologies*. Elsevier, pp. 1–33. <https://doi.org/10.1016/B978-008042683-9/50003-0>
- [5] Zhou, B., Feng, H., Luo, Y., 2009. Ultrasound Enhanced Sanitizer Efficacy in Reduction of O157 : H7 Population on Spinach Leaves. *J. Food Sci.* 74, M308–M313. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01247.x>