

REVIEW: PENGARUH PROSES FERMENTASI TERHADAP KANDUNGAN ASAM LAKTAT PADA MAKANAN FERMENTASI

Rulifa Nurfuzianti*¹, Novriyanti Lubis², Effan Cahyati J²

¹Prodi S1 Farmasi, Universitas Garut; Jl Jati No 42 B, telp (0262) 540007 Tarogong kaler Garut 44151

^{2,2} Departemen Kimia Farmasi Analisis Fakultas MIPA, Universitas, Garut 1, Indonesia e-mail:

*fujirul111@gmail.com, novriyantilubis@uniga.ac.id,
effan.cahyati@gmail.com

Article Info

Article history:

Submission November 2020

Accepted Desember 2021

Publish Juli 2021

Abstrak

Makanan fermentasi, adalah makanan yang diproses melalui bantuan mikroorganisme atau komponen biologis lain, asam laktat adalah senyawa yang dihasilkan pada proses fermentasi. Melalui proses fermentasi, asam laktat yang meningkat memiliki kemungkinan untuk melebihi batas optimum dan tidak memenuhi syarat konsentrasi asam laktat, bakteri asam laktat akan tumbuh berlebih kemudian menyebabkan kenaikan pH. Bakteri asam laktat yang meningkat bisa menyebabkan produksi asam laktat yang tidak terkendali dan merubah fungsi makanan fermentasi sebagai makanan yang menguntungkan kesehatan. Oleh karena itu pemeriksaan kadar asam laktat menjadi penting dalam penentuan kualitas produk fermentasi. Kadar asam laktat pada produk fermentasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu lama fermentasi, penambahan garam, penambahan mikroba, dan penambahan bahan lain. Review artikel ini bertujuan untuk memaparkan pengaruh faktor fermentasi terhadap kadar asam laktat pada makanan fermentasi metode yang digunakan dalam review artikel ini adalah tinjauan pustaka dari beberapa jurnal yang diterbitkan secara online, jurnal nasional maupun internasional.

Kata kunci Proses Fermentasi, Asam Laktat, Makanan Fermentasi

Abstract

Fermented food, is food that is processed through the help of microorganisms or other biological components, lactic acid is a compound that is produced in the fermentation process. Through the fermentation process, the increased of lactic acid possibly exceeds the optimal limit and it doesn't meet the requirements for the concentration of lactic acid, the lactic acid bacteria will overgrow and increase pH. Increased lactic acid bacteria can cause uncontrolled production of lactic acid, and to change the function of food fermenting as food that benefits to health. Therefore, checking acid levels is important for determining the quality of fermented products. The levels of lactic acid in fermented products can be caused by several factors, like fermentation time, salt addition, addition of microbes, and addition of other ingredients. This review article aims is to describe the effect of fermentation factors on lactic acid levels in fermented foods. The method used in this review article is a literature review from journals published online, national and international journals..

Keyword – Fermentation Process, Latic Acid, Fermented Food

Alamat korespondensi:
Prodi DIII Farmasi Politeknik Harapan Bersama Tegal
Gedung A Lt.3. Kampus 1
Jl. Mataram No.09 Kota Tegal, Kodepos 52122
Telp. (0283) 352000
E-mail: parapemikir_poltek@yahoo.com

p-ISSN: 2089-5313
e-ISSN: 2549-5062

A. PENDAHULUAN

1. Makanan Fermentasi

Makanan fermentasi, adalah makanan yang diproses melalui bantuan mikroorganisme atau komponen biologis lain seperti enzim, sehingga memberikan produk sedemikian rupa yang menguntungkan bagi manusia dari sudut pandang kesehatan.^[1] Asam laktat yang terkandung dalam makanan fermentasi baik untuk pencernaan karena bisa menyeleksi bakteri merugikan dan bakteri menguntungkan dalam usus. Ada beberapa makanan fermentasi di Indonesia diantaranya yogurt, tape, kefir, kimchi, rusip, dan lain-lain.

2. Asam Laktat

Asam laktat merupakan salah satu produk metabolit sekunder hasil dari fermentasi. Asam laktat dapat diproduksi melalui dua cara, yaitu menggunakan sintesis kimiawi dan fermentasi mikroba. Produksi asam laktat dengan menggunakan fermentasi mikroba memiliki beberapa keunggulan, diantaranya asam laktat yang dihasilkan memiliki kemurnian yang tinggi (90-95%) memiliki kristalinitas dan titik leleh yang tinggi, sedangkan asam laktat yang diproduksi dengan sintesis kimiawi menghasilkan asam laktat rasemisasi campuran, asam laktat yang terkandung dalam makanan fermentasi akan dipengaruhi melalui proses fermentasi yang berbeda. proses fermentasi asam laktat terjadi dengan baik jika faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat dapat dikendalikan dengan baik, selain menghasilkan asam laktat, bakteri asam laktat juga menghasilkan senyawa bakteriosin yang dapat merepresi mikroba patogen seperti jamur, sehingga pertumbuhan mikroba berbahaya dapat dihindari^[1]. Kandungan asam laktat yang disyaratkan menurut SNI No 01-2891-1992 berkisar antara 0,5-2,0^[2]. Semakin banyak bakteri asam laktat, maka asam laktat yang dihasilkan akan semakin banyak, asam laktat yang meningkat memiliki kemungkinan untuk melebihi batas optimum dan menyebabkan asam laktat tidak memenuhi syarat kandungan asam laktat. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kadar asam laktat pada makanan fermentasi.

B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pembuatan artikel review ini adalah studi pustaka. Pustaka yang digunakan merupakan jurnal ilmiah terbitan 10 tahun terakhir dengan kata kunci asam laktat, makanan fermentasi dan proses fermentasi. Jurnal yang didapat

merupakan jurnal nasional maupun jurnal intrnasional yang diterbitkan secara online dari berbagai web jurnal dan melalui mesin pencarian berupa google scholar. Kemudian dilakukan penentuan jurnal yang digunakan sebagai jurnal utama, yaitu jurnal yang membahas tentang pengaruh proses fermentasi terhadap kandungan asam laktat pada berbagai makanan fermentasi. Sehingga diperoleh 8 jurnal utama dan beberapa jurnal lainnya sebagai jurnal pendukung. Kriteria jurnal sebagai pustaka primer adalah jurnal penelitian yang membahas tentang faktor yang mempengaruhi proses fermentasi suatu makanan fermentasi. Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi bisa berupa penambahan kultur bakteri pada media fermentasi, lama fermentasi, konsentrasi garam, dan konsentrasi bahan lain yang dicampurkan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Asam laktat dihasilkan oleh bakteri asam laktat (BAL) seperti *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus cereviciae*, *Streptococcus faecalis*, *Enterococcus faecalis*, *Pediococcus pentosaceus*, *Weissella koreanis* dan *Lactobacillus plantarum*^[3], dalam proses fermentasi BAL akan memanfaatkan gula, sebagai sumber karbon untuk menghasilkan sumber energi, selama fermentasi bakteri asam laktat akan merombak gula menjadi asam laktat, selain gula BAL juga memanfaatkan garam untuk meningkatkan keasaman^[4]. Pada proses fermentasi dalam menghasilkan asam laktat BAL dapat dipengaruhi beberapa faktor, faktor faktor yang mempengaruhi proses fermentasi akan dibahas pada artikel ulasan ini.

1. Penambahan Mikroba

Mikroba yang berperan dalam proses fermentasi diantaranya adalah *Leuconostoc plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacllus thermophiles*, *lactobacillus acidophilus*, dan *Lactobacillus bulgarigus*. *Leuconostoc* adalah kelompok yang paling berpengaruh terutama selama tahap fermentasi awal dan menengah, sedangkan *lactobacillus* adalah kelompok palih berpengaruh berikutnya selama proses fermentasi^[5]. Mikroba genus *aspergilius*, *saccharomyces*, *candida*, *hansenulla*, dan bakteri *acetobacter* juga berperan dalam menghasilkan asam laktat pada proses fermentasi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Martharin (2017) terhadap kefir, BAL (Bakteri Asam Laktat) memanfaatkan laktosa untuk

menghasilkan asam laktat, penambahan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 berpengaruh ($p \leq 0,05$) dalam meningkatkan total BAL kefir yang akan menghasilkan asam laktat^[6].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Pebry, total asam laktat dengan perlakuan penambahan starter 5%, yaitu penambahan kombinasi *Lactobacillus plantarum* SK(5) dengan *L. plantarum* NS(5) menunjukkan peningkatan kadar asam laktat dari 0,86% menjadi 3,98 % (meningkat sebesar 3,12%), pada penambahan kombinasi *L. plantarum* NS(5) dan *L. plantarum* NS(9) kadar asam laktat dari 0,94% menjadi 3,38% (meningkat sebesar 3,02%) pada kombinasi *L. plantarum* SK(5) dan *L. plantarum* SN(9) total asam laktat meningkat dari 0,82% menjadi 3,58% (meningkat sebesar 2,76%)^[7].

Penelitian yang dilakukan oleh Oktaviana, penambahan ragi tape terhadap yogurt tidak memberikan perubahan yang nyata terhadap jumlah bakteri asam laktat, yang berarti total asam yang dihasilkan juga sama^[8].

Tape dengan tambahan mikoba *Lactobacillus plantarum* menghasilkan persentase asam laktat paling tinggi yaitu 0,89 % (wt/vol), sedangkan pada penambahan ragi tempe 0,878 % (wt/vol), dan ragi roti 0,552 % (wt/vol), maka mikroba lain tidak memberikan peningkatan asam laktat pada sampel yang sama. Bakteri asam laktat memberikan hasil kadar asam laktat tertinggi^[9].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nurdiansyah konsentrasi asam laktat hasil fermentasi dengan menambahkan inoculum *Lactobacillus casei*, memiliki nilai kisaran 1,94-8,83 g/L. hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya jumlah biomassa sel yang memfermentasi substrat menjadi asam laktat dan energi.

Pada penambahan mikroba disarankan untuk menggunakan pembanding sehingga bisa diketahui peningkatan sebelum ditambahkan mikroba dan setelah ditambahkan mikroba.

2. Lama Fermentasi

Semakin lama fermentasi maka bakteri pembentuk asam laktat bertambah dan asam laktat yang dihasilkan akan naik.

Penelitian yang dilakukan Wardhani dkk (2015) terhadap yogurt dengan perlakuan waktu fermentasi selama 15 jam kadar asam laktat meningkat paling besar yaitu tujuh kali lipat dibandingkan sebelum fermentasi, pada waktu ke-0 kandungan asam laktat pada masing-masing rasio 1:1 (air dan jagung), yogurt bernilai sama yaitu 0,9%^[10], hal yang sama

dilaporkan oleh Magala dimana semakin lama waktu inkubasi, maka kesempatan aktivitas mikroba dalam menghasilkan asam laktat semakin besar^[11]. Lama waktu fermentasi mempengaruhi penurunan kadar gula total pada yoghurt. Semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin menurunkan kadar gula total yoghurt. Hal ini disebabkan karena adanya aktivitas bakteri yoghurt yang memfermentasi gula seperti sukrosa, glukosa dan laktosa menjadi sebagian asam laktat dan sebagian jumlah asam yang lain^[3].

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk memperhatikan lama fermentasi, terutama pada makanan fermentasi jenis susu karena bisa menurunkan kadar gula total yang bisa menurunkan cita rasa dan juga menurunkan minat untuk mengonsumsi olahan fermentasi terutama olahan susu.

3. Penambahan Garam

Penambahan garam berfungsi sebagai penghambat selektif untuk mikroba kontaminan, dan juga sebagai penghambat pertumbuhan mikroba lain.

Penelitian yang dilakukan oleh Chandra Iwansyah dkk, kimchi dengan konsentrasi garam 3%, 5%, dan 7% memberikan pengaruh yang cukup nyata, meningkatnya konsentrasi garam pada setiap perlakuan meningkatkan jumlah total bakteri asam laktat pada kimchi rebung. Penambahan garam bisa menurunkan pH, penurunan terjadi karena pemecahan senyawa NaCl terurai menjadi molekul enyusun yaitu Na^+ dan Cl^- , ion Na^+ sangat dibutuhkan oleh bakteri asam laktat sebagai faktor pendukung pertumbuhannya, sedangkan anion Cl^- berikatan dengan air bebas yang memberikan suasana lingkungan yang asam karena terbentuknya senyawa HCl ^[4]. Bakteri asam laktat tumbuh pada pH 2^[13], sedangkan bakteri pada umumnya tumbuh pada pH 5,0 – 8,0. sehingga tumbuhnya bakteri non laktat sebagai bakteri yang pertama tumbuh pada awal fermentasi mulai tertekan dan semakin berkurang jumlahnya pada tahap fermentasi selanjutnya^[12]. Pada pH yang semakin asam, hanya bakteri asam laktat yang mampu bertahan. Bakteri asam laktat yang semakin bertambah jumlahnya dapat menaikkan total asam laktat yang dihasilkan.

Pada penelitian dengan penambahan konsentrasi garam disarankan untuk memperhatikan kadar yang ditambahkan karena semakin banyak garam yang ditambahkan akan mempengaruhi penurunan pH suatu makanan fermentasi.

4. Penambahan Bahan Lain

Beberapa penelitian menunjukkan penambahan bahan lain pada proses fermentasi mempengaruhi kadar asam laktat, seperti media yang disubstitusi tepung kulit pisang, pemberian dosis rendah propolis trigona spp, penambahan maltodekstrin dan susu skim.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Triyono dkk(2010) yogurt kacang hijau dengan penambahan maltodekstrin tidak memiliki kadar asam laktat yang berbeda nyata, sedangkan penambahan susu skim berpengaruh nyata terhadap jumlah asam laktat yogurt kacang hijau. Kandungan asam laktat dari yogurt yang dihasilkan adalah 0,610 % - 0,742 % memenuhi persyaratan yogurt dari susu, yaitu 0,5% - 2,0 %^[14] hal itu terjadi karena laktosa yang terdapat pada susu skim diubah oleh BAL menjadi asam laktat.^[15]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh nurdiansyah (2018), konsentrasi asam laktat hasil fermentasi dengan penambahan substrat tepung kulit pisang, memiliki nilai kisaran 1,94-8,83 g/L. hal ini disebabkan oleh semakin banyak gula yang terdapat pada media yang didapat dari substrat dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat sebagai sumber karbon untuk memproduksi asam laktat dan energy melalui proses glikolisis.^[16]

Serat pangan dan oligosakarida merupakan karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan keduanya dapat difermentasi oleh *Lactobacillus casei*, sehingga komponen tersebut dapat digunakan sebagai substrat oleh bakteri asam laktat untuk tumbuh.^[16]

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Martharin dkk (2017), terhadap kefir, BAL memanfaatkan laktosa yang terkandung dalam substrat tepung kulit pisang untuk menghasilkan asam laktat, perlakuan penambahan tepung kulit pisang memberikan pengaruh ($p \leq 0,05$) terhadap total BAL kefir^[6]. artinya dengan menambahkan substrat tepung kulit pisang akan meningkatkan jumlah bakteri asam laktat dan meningkatkan total asam.

Penelitian yang dilakukan oleh Endang dkk penambahan propolis asal trigona spp pada fermentasi susu dapat menstimulasi pertumbuhan bakteri *lactobacillus casei* subsp. rhamnosus (LCR) namun menghambat produksi asam laktat, penambahan propolis pada konsentrasi yang lebih dari 0,6% atau 1% mengalami penghambatan pertumbuhan bakteri LCR . Peningkatan produksi asam laktat terjadi pada fermentasi susu yang

diinokulasi bakteri *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* dengan penambahan propolis masing-masing sebanyak 0,6% dan 0,2%^[17].

Menurut Buckle *et all.* (2009) pertumbuhan bakteri akan optimal ketika jumlah nutrisi yang tersedia dalam media mendukung, ketika jumlah nutrisi yang tersedia dalam media mulai berkurang maka akan terjadi kompetisi dengan mikroba lain sehingga mengakibatkan jumlah mikroba kelompok asam laktat menurun. Penurunan jumlah total mikroba berkaitan dengan kondisi produk yang semakin asam akibat produksi asam laktat oleh bakteri asam laktat.

Penelitian yang dilakukan oleh Barrangou menunjukkan adanya peran dari fruktosidase dalam hidrolisis FOS (fruktoligosakarida) oleh bakteri *lactobacillus acidophilus*^[18]. Sedangkan menurut Kurtoglu dan Yildiz (2011), kulit pisang mengandung fruktoligosakarida dan ditemukan hampir 33% komponen gula dari ekstrak kulit pisang^[19]. Sedangkan menurut mohaprata, penambahan tepung kulit yang mengandung pati sebesar 4,67 % pada media pertumbuhan mampu meningkatkan pertumbuhan *Leuconostoc plantarum* secara signifikan, kandungan pati tersebut dijadikan sebagai sumber karbon dan energi untuk proses pertumbuhan kultur *Lactobacillus casei* dalam media fermentasi^[20].

Perlu adanya pembatasan konsentrasi penambahan bahan lain terhadap volume sampel makanan karena akan mempengaruhi kandungan asam laktat yang tidak seimbang dan kurang stabil, seperti penambahan ekstrak dalam bentuk cairan akan mempengaruhi kekentalan dan konsentrasi asam didalamnya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penambahan starter dan lama fermentasi memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kadar asam laktat dari kadar sebelumnya, dan penambahan bahan lain dalam media fermentasi terhadap kandungan asam laktat, seperti penambahan tepung kulit pisang dan penambahan propolis sangat memberikan pengaruh nyata disebabkan karena bahan yang ditambahkan pada media menjadi sumber energi untuk bakteri menghasilkan asam laktat, kpenambahan propolis juga menghambat produksi asam laktat pada bakteri (LCR) pada penambahan propolis dengan konsentrasi yang lebih dari 0,6% atau 1%.

Sedangkan penambahan mikroba seperti ragi memberikan pengaruh yang kecil, tetapi pada penambahan mikroba jenis *Lactobacillus plantarum* memberikan kenaikan asam laktat yang tinggi.

V. REFERENSI

- [1]. Masdarini, L. Manfaat Dan Keamanan Makanan Fermentasi Untuk Kesehatan (Tinjauan Dari Aspek Ilmu Pangan). Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan 2011, 8(1), 53–58 10.23887/jptk.v8i1.2893.
- [2]. Purwijantiningih, E. Pengaruh Jenis Prebiotik terhadap Kualitas Yogurt Probiotik. Journal of Biota 2016, 12(3), 177–185 10.24002/biota.v12i3.652.
- [3]. Dyah, L.; Arini, D. Pemanfaatan Bakteri Baik dalam Pembuatan Makanan. 2017, 10(1), 1–11.
- [4]. Yuktika, S.; Sutyanti, E.; Dhewi, E.S.; Martika, S.D.; Damas, R. Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam terhadap Kualitas Fermentasi Udang The Influence of Salt Concentration on the Fermentation of Shrimp. 2017, 10(2011).
- [5]. Jung, J.Y.; Lee, S.H.; Lee, H.J.; Seo, H.Y.; Park, W.S.; Jeon, C.O. Effects of *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures on microbial communities and metabolites during kimchi fermentation. International Journal of Food Microbiology Elsevier B.V.: 2012, 153(3), 378–387 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.11.030.
- [6]. Martharini, D.; Indratiningsih, I. Kualitas Mikrobiologis dan Kimiawi Kefir Susu Kambing dengan Penambahan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 dan Tepung Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*). Agritech 2017, 37(1), 23 10.22146/agritech.17002.
- [7]. Aisyah Putri Batubara, P.; Desniar, D.; Setyaningsih, I. Pengaruh Starter Bakteri Asam Laktat Probiotik Terhadap Perubahan Kimiawi Dan Mikrobiologis Rusip. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan 2019, 30(1), 28–35 10.6066/jtip.2019.30.1.28.
- [8]. Oktaviana, A.; Suherman, D.; Sulistyowaty, E. ISSN 1978-3000 Pengaruh Ragi Tape terhadap pH, Bakteri Asam Laktat dan Laktosa Yogurt Effect of Yeast on pH, Lactate Bacteria, and Lactose of Yogurt Asti Yosela Oktaviana, Dadang Suherman, dan Endang Sulistyowati. Jurnal Sain Peternakan Indonesia 2015, 10(1), 22–31.
- [9]. Ary Yusen Pratama, Rima Nur Febrianti, S.G. pengaruh Ragi Roti, Ragi Tempe, dan *Lactobacillus Plantarum* terhadap Total Asam Laktat dan pH pada Fermentasi Singkong. jurnal teknik pomtis 2013, 2 no 1(jurnal teknik pomtis), 2301–9271.
- [10]. Wardhani, D.H.; Maharani, D.C.; Prasetyo, E.A. Kajian Pengaruh Cara Pembuatan Susu Jagung, Rasio Dan Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Yoghurt Jagung Manis. Momentum 2015, 11(1), 7–12.
- [11]. Magala, M.; Kohajdová, Z.; Karovičová, J. PREPARATION OF LACTIC ACID BACTERIA FERMENTED WHEAT-YOGHURT MIXTURES. 2013.
- [12]. Iwansyah, A.C.; Patiya, L.G.; Hervally, H. Pengaruh Konsentrasi Natrium Klorida dan Lama Fermentasi pada Mutu Fisikokimia, Mikrobiologi, dan Sensori Kimchi Rebung. Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri 2019, 8(3), 227–237 10.21776/ub.industria.2019.008.03.7.
- [13]. Emmawati, A.; Sri, B.; Suryaatmadja, L.; Nuraida, L.; Syah, D. Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolates from Mandai Function as Probiotic. 2015, 35(2), 146–155.
- [14]. Triyono, A. Mempelajari Pengaruh Maltodekstrin dan Susu Skim Terhadap Karakteristik Yoghurt Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.). Seminar 2010, 1–8.
- [15]. Pasca, F.P.; Pramono, B. Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Asam Laktat, dan Warna Yogurt Drink dengan Penambahan Ekstrak Bit (*Beta Vulgaris* L.). 2016, 5(4), 154–156.
- [16]. Nurdyansyah, F.; Hasbullah, U.H.A. OPTIMASI FERMENTASI ASAM LAKTAT OLEH *Lactobacillus casei* PADA MEDIA FERMENTASI YANG DISUBSTITUSI TEPUNG KULIT PISANG. Al-Kaunyah: Jurnal Biologi 2018, 11(1), 64–71 10.15408/kaunyah.v11i1.6166.
- [17]. Endang, A.; Hasan, Z.; Artika, I.M.; Abidin, S. Produksi Asam Laktat dan Pola Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat dengan Pemberian Dosis Rendah Propolis *Trigona* spp asal Pandeglang Indonesia. Current Biochemistry 2014, 1(3), 126–135 10.29244/cb.1.3.126-135.
- [18]. Barrangou, R.; Altermann, E.; Hutkins, R.; Cano, R.; Klaenhammer, T.R. Functional and comparative genomic analyses of an operon involved in fructooligosaccharide utilization by *Lactobacillus acidophilus*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 2003, 100(15), 8957–8962 10.1073/pnas.1332765100.
- [19]. Kurtoğlu, G.; Yildiz, S. Extraction Of Fructo-Oligosaccharide components from banana peels. Gazi University Journal of Science 2011, 24, 877–882.
- [20]. Mohapatra, D.; Mishra, S.; Sutar, N. Banana and its by-product utilisation: an overview. 2010, (March 2017).