

## Rancang Bangun Alat Pendeteksi Ulat Dalam Buah Mangga Menggunakan Sensor Ultrasonik

Mei Suci Indrianti\*, Wildian

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

\*meisuciindrianti@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dihasilkan alat pendeteksi ulat dalam buah mangga menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Alat yang dikendalikan mikrokontroler dalam modul Arduino Uno ini dibuat untuk membantu masyarakat mengetahui ada tidaknya ulat dalam buah mangga yang akan dibeli atau dimakan, dan memudahkan eksportir dalam mensortir buah mangga yang hendak diekspor. Modul sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja berdasarkan prinsip lamanya waktu perambatan gelombang ultrasonik sejak dipancarkan oleh *transmitter* hingga diterima kembali oleh *receiver* pada modul yang sama akibat pemantulan oleh objek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan keluaran sensor lebih besar ketika mendeteksi buah yang berulat (yaitu di atas 30 mV) daripada buah tak-berulat (di bawah 30 mV). Hal ini terjadi karena buah yang berulat memiliki struktur dalam yang lebih lunak atau berongga sehingga gelombang ultrasonik dapat menembus lebih dalam, mengakibatkan waktu perambatan gelombang menjadi lebih lama dibandingkan pada buah yang tak-berulat. Hasil pengujian juga memperlihatkan bahwa pendeteksian paling efektif terjadi ketika detektor berjarak 6 cm, detektor dapat mendeteksi keberadaan ulat pada salah satu sisi mangga dengan keakuratan alat sebesar 84,6%. Detektor ini dilengkapi LCD dan *buzzer* yang akan menginformasikan ada-tidaknya ulat dalam buah mangga.

Kata Kunci : detektor, mangga, ulat buah, ultrasonik

### ABSTRACT

*A fruit worm larvae detector in intact mangoes using the HC-SR04 ultrasonic sensor module. The microcontroller-controlled device on the Arduino Uno module was created to help the public to know whether there are caterpillars in mangoes to be bought or eaten, and to facilitate exporters in sorting mangoes that they want to export. The HC-SR04 ultrasonic sensor module operates on the principle of the length of time the ultrasonic wave propagates from the transmitter to the receiver of the same module due to reflection by the object. The test results show that the sensor output voltage is greater when detecting wavy fruit (ie above 30 mV) than for non-wavy (below 30 mV). This happens because the wavy fruit has a softer / hollower inner structure so that the ultrasonic waves can penetrate deeper, resulting in a longer wave propagation time compared to non-wavy fruit. The test results also show that the most effective detection occurs when the detector is 6 cm, the detector can detect the fruit worm on one side of the apart from the mangoes with device accuracy is 84,6%. This detector is equipped with an LCD and buzzer that will inform the presence or absence of caterpillars in mangoes.*

*Keywords: detector, mango, fruit worm, ultrasonic*

### I. PENDAHULUAN

Buah mangga merupakan salah satu jenis buah tropis yang paling populer dan banyak dikonsumsi di seluruh dunia (Bally, 2006). Buah ini memiliki rasa yang unik, kualitas nutrisi yang tinggi dan harga yang terjangkau (Talcott dan Talcott, 2009). Buah mangga mempunyai rasa yang manis dan lezat, mengandung banyak vitamin, mineral, dan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan. Banyak ahli gizi dan pakar kesehatan menyebut buah mangga sebagai "raja buah-buahan" (Patil, 2019).

Berdasarkan data yang dikutip O'Neil dkk (2013) dari *Food and Agriculture Organization* (FAO), permintaan terhadap pasokan buah mangga secara global cukup tinggi. Konsumsi buah mangga di Indonesia juga terus meningkat seiring meningkatnya taraf pendidikan dan perekonomian masyarakat. Hasil Survei Sosial-Ekonomi Nasional (Susenas) yang dilakukan BPS menyebut konsumsi buah mangga per kapita dalam rumah tangga per minggu pada 2015, 2016, dan 2017 berturut-turut adalah 0,006 kg, 0,007 kg, dan 0,011 kg (Kementerian Pertanian, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa buah mangga memiliki potensi dan peluang pasar yang cukup prospektif.

Permasalahan yang dihadapi dalam menjadikan buah mangga sebagai komoditas ekspor adalah ketersediaan buah yang berkualitas tinggi, teknik penanganan pascapanen, sistem distribusi dan pengendalian mutu buah. Upaya penanganan pascapanen dilakukan antara lain melalui pengembangan teknologi pensortiran atau penentuan terhadap mutu buah.

Pensortiran atau penentuan terhadap mutu buah pada umumnya masih dilakukan secara manual dan didasarkan pada ukuran atau ciri fisik yang tampak (Warji dkk, 2008). Penentuan kematangan buah, masih dilakukan secara visual berdasarkan warna kulitnya. Metode visualisasi manual memiliki kelemahan seperti membutuhkan proses yang lama, tingkat akurasi yang rendah, dan tidak konsisten. Penentuan kematangan buah tidak jarang dilakukan dengan cara memberikan sedikit tekanan pada buah tersebut, namun hal ini tentu saja dapat merusak buah. Syahbana dkk (2018) telah mengembangkan alat deteksi dini kematangan optimum buah mangga secara non-destructive menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*).

Buah mangga yang baik dan layak diekspor atau dikonsumsi tidak hanya bergantung pada kematangannya, tetapi juga pada kondisi apakah bagian dalam buah itu berulat atau tidak. Buah mangga pascapanen khususnya mangga kuweni berpotensi terinfeksi larva yang berasal dari telur lalat buah. Larva yang juga sering disebut ulat atau kumbang buah mangga (*Sternochetus mangiferae*) itu menggerek sampai ke bagian biji sehingga daging buah mangga yang matang menjadi rusak, sementara bagian luarnya masih terlihat mulus (Douthett, 2000).

Ada-tidaknya ulat dalam buah mangga kuweni biasanya baru dapat diketahui setelah buah dibelah, tetapi pembeli tidak dibolehkan membelah buah sebelum membelinya. Warji dkk (2008) telah melakukan penelitian pendugaan kerusakan bagian dalam buah mangga berdasarkan nilai *zero momen power* (nilai Mo) dari atenuasi gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik digunakan karena mempunyai frekuensi di atas 20 kHz sehingga dapat menembus suatu objek. Hasil penelitian Warji diketahui bahwa nilai Mo mangga arumanis yang terserang lalat buah lebih tinggi dibandingkan dengan mangga yang tidak terserang lalat buah. Warji menyatakan bahwa model pendugaan kerusakan mangga arumanis berdasarkan nilai Mo yang telah diperoleh masih memerlukan validasi agar model tersebut akurat dalam penerapannya.

Penelitian Aska dan Nabella (Titiyoga, 2014), keberadaan ulat dalam buah mangga dideteksi menggunakan stetoskop dimana suara ulat/belatung yang tertangkap oleh membran stetoskop diperkuat dengan mikrofon mini, lalu diubah menjadi sinyal listrik untuk mengaktifkan LED (*Light-Emitting Diode*). Detektor yang dibuat berbentuk kotak dengan ukuran 15 cm x 25 cm, mirip timbangan buah elektronik yang biasa dipakai tukang buah. Alat pendeteksi ini masih belum cukup praktis karena menggunakan metode kontak langsung dimana objek (buah) harus diletakkan terlebih dahulu di atas (bersentuhan dengan) detektor.

Penelitian ini menggunakan sebuah detektor untuk mendeteksi larva lalat buah dalam buah mangga utuh telah berhasil dibuat berdasarkan penginderaan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik digunakan karena mempunyai frekuensi 40 kHz sehingga dapat menembus suatu medium (buah mangga). Objek dalam penelitian ini dideteksi tanpa menyentuh (*non-contact*) atau merusaknya (*non-destructive testing*, NDT). Sensor yang digunakan untuk mendeteksi adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Hasil pendeteksian ditampilkan dalam bentuk ada atau tidaknya bunyi dari *buzzer* dan juga tampilan pada LCD.

## II. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

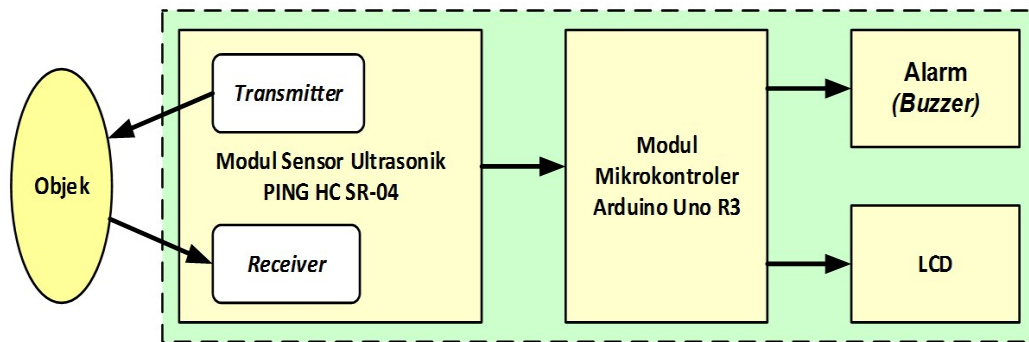
Alat yang digunakan dalam perancangan ini meliputi Mikrokontroler Arduino Uno R3, modul sensor Ultrasonik HC-SR04, LCD, dan *buzzer*.

### 2.2 Perancangan Pendeteksian Ulat dalam Buah Mangga

Rancangan perangkat keras sistem pendeteksian ulat dalam buah mangga menggunakan sensor ultrasonik adalah seperti Gambar 1. Sistem perangkat keras ini terdiri dari beberapa piranti elektronik yang terhubung langsung dengan mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai pusat pengolahan data yang berkaitan dengan input dan output sistem.

Pendeteksian diawali dengan pemberian sinyal yang ditransmisikan oleh sensor ultrasonik menuju objek (buah mangga).Pendeteksian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-

SR04 yang ditembakkan pada permukaan buah mangga. Sensor akan memancarkan gelombang dari transmitter dan kemudian diterima oleh receiver. Mangga yang berulat teksturnya cenderung lunak dan berongga sehingga biasanya berisi udara, oleh karena itu lebih sedikit menyerap energi gelombang ultrasonik dibandingkan dengan buah mangga yang tidak berulat. Sinyal keluaran dari sensor ultrasonik akan diproses oleh mikrokontroler, kemudian mikrokontroler akan memberikan perintah sesuai dengan kondisi yang diinginkan. *Buzzer* akan berbunyi. Penampil data hasil pengukuran menggunakan LCD 2x16 karakter dalam bentuk nilai tegangan dan kondisi buah.

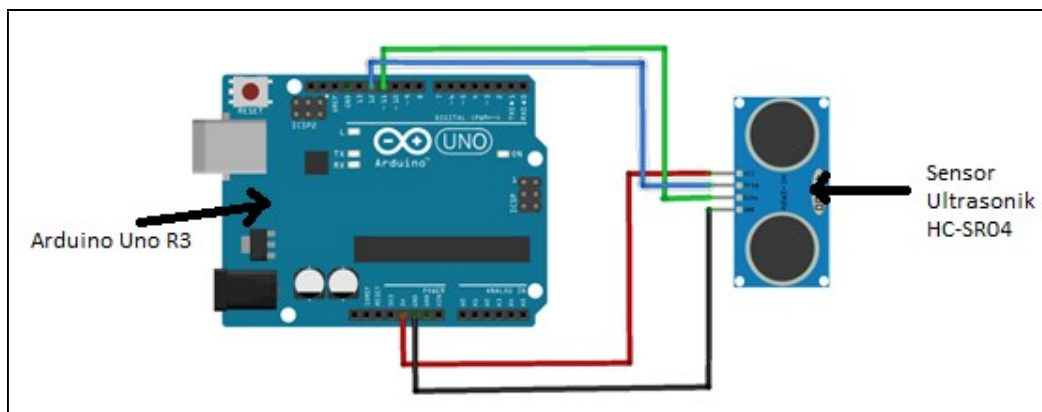


**Gambar 6** Diagram blok sistem pendeteksi ulat dalam buah mangga menggunakan sensor ultrasonik

### 2.3 Perancangan dan Karakterisasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian pada sensor ultrasonik dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang dihubungkan dengan Arduino Uno R3, yang bertujuan untuk mengaktifkan sensor. Pada sensor ultrasonik HC-SR04 terdapat empat pin yaitu Vcc, Trig, Echo, dan GND.

Langkah pengujian sensor yaitu dengan menghubungkan pin pada sensor ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino Uno R3. Pin Vcc dihubungkan dengan pin 5V pada Arduino Uno R3, pin Trig dihubungkan dengan pin 9 pada Arduino Uno R3, pin Echo dihubungkan dengan pin 10 pada Arduino Uno R3, pin GND dihubungkan dengan pin GND pada Arduino Uno R3. Dapat dilihat pada rangkaian seperti Gambar 2.

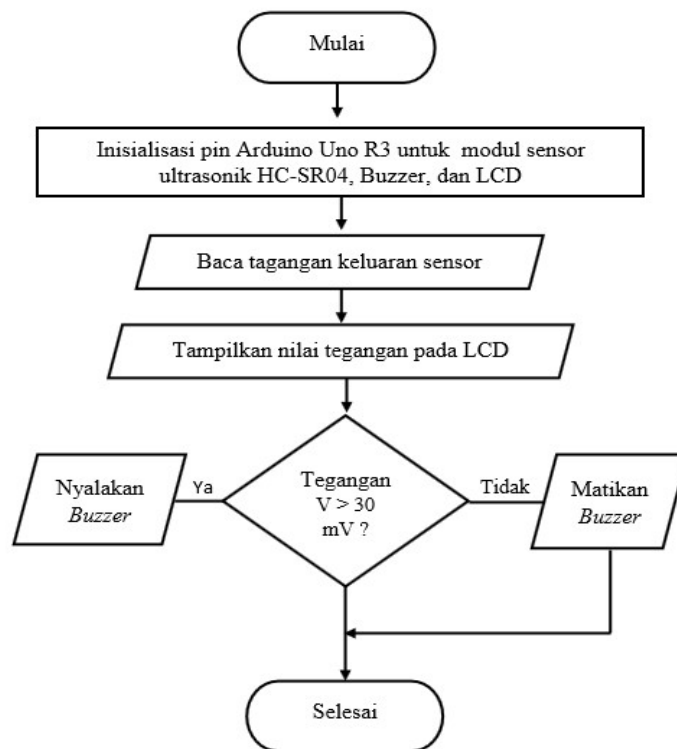


**Gambar 7** Skema karakterisasi sensor

### 2.4 Perancangan Perangkat Lunak Sistem Sensor

Perancangan perangkat lunak pendeteksi ulat di dalam buah mangga ini menggunakan pemrograman bahasa C yang akan ditanamkan pada Arduino Uno R3 melalui software Arduino IDE dalam komputer. Perancangan perangkat lunak dari alat ini dimulai dari inisialisasi pin oleh Arduino Uno R3 untuk modul sensor ultrasonik HC-SR04, *buzzer*, dan LCD, setelah itu akan dibaca nilai tegangan keluaran sensor yang ditampilkan oleh LCD. Nilai tegangan diatas 30 mV

akan menghidupkan *buzzer* dan nilai tegangan yang kurang dari 30 mV akan mematikan *buzzer*. Berikut diagram alir pemrograman sistem pada Gambar 3.



Gambar 8 Diagram alir program

### 2.5 Pengujian Sistem dan Pengambilan Data

Teknik pengujian rancang bangun alat pendeteksi ulat di dalam buah mangga ini dilakukan dengan 2 tahap. Pengujian tahap pertama yaitu dengan mengukur nilai tegangan keluaran pada buah mangga berulat dan yang tidak berulat yang dilakukan sebanyak lima kali di setiap sisinya, pengujian tahap kedua yaitu dengan mengambil lima sampel buah mangga secara acak bertujuan untuk mengetahui keakuratan alat terhadap buah mangga yang masih utuh (belum di kupas).

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur nilai tegangan keluaran pada setiap buah mangga. Buah mangga dengan tegangan keluaran diatas 30 mV akan menghidupkan buzzer dan dikategorikan berulat, sedangkan buah mangga dengan keluaran dibawah 30 mV tidak akan menghidupkan buzzer dan dikategorikan tidak berulat.

## III. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian dilakukan baik terhadap perangkat keras maupun perangkat lunak. Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat bekerja dan berfungsi dengan baik. Proses karakterisasi sensor Ultrasonik HC-SR04 dilakukan menggunakan variasi jarak dan proses pengukuran menggunakan variasi mangga.

### 3.1 Karakterisasi Sensor Terhadap Jarak

Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 bertujuan untuk menguji jarak yang terbaca pada sensor dan jarak sebenarnya, serta mengukur tegangan yang dikeluarkan sensor pada jarak tertentu. Pengujian dilakukan menggunakan program untuk menampilkan jarak yang terbaca dan multimeter untuk melihat tegangan yang dihasilkan sensor.

Karakterisasi jarak sensor terhadap kondisi buah mangga ini bertujuan untuk mengetahui jarak yang paling efektif oleh sensor saat mendeteksi kondisi buah mangga. Sensor dan buah mangga diletakkan pada posisi sejajar dengan jarak yang sama agar mendapatkan nilai tegangan keluaran yang efektif.

Table 1 Karakterisasi jarak sensor terhadap kondisi buah mangga

Jarak (cm)	Buah Mangga Berulat					Buah Mangga Berulat				
	V <sub>1</sub> (mv)	V <sub>2</sub> (mv)	V <sub>3</sub> (mv)	V <sub>4</sub> (mv)	V <sub>5</sub> (mv)	V <sub>1</sub> (mv)	V <sub>2</sub> (mv)	V <sub>3</sub> (mv)	V <sub>4</sub> (mv)	V <sub>5</sub> (mv)
1	1002,1	1005,5	1009,2	1003,7	1010,7	1000,4	1000,3	1007,1	1008,7	1008,8
2	11,21	12,76	11,99	12,67	12,90	12,99	12,67	13,31	13,22	12,90
3	15,69	15,87	15,69	14,23	14,09	15,46	15,23	15,55	15,55	15,78
4	21,91	21,55	21,36	21,00	20,04	20,45	19,21	19,53	20,13	19,53
5	22,78	23,33	24,43	24,80	23,15	25,13	26,24	25,76	25,48	24,25
6	27,31	29,32	29,65	28,46	28,00	30,56	30,33	31,34	31,66	31,89
7	32,03	32,68	34,24	32,25	32,02	34,02	35,27	35,72	34,04	35,91
8	39,21	38,89	38,89	38,89	39,02	40,26	43,53	43,27	40,26	41,44
9	40,04	42,09	40,04	41,26	42,23	42,91	42,28	42,70	43,10	43,32
10	45,98	46,34	46,21	46,21	46,02	47,44	47,21	49,78	49,23	48,04

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai dari pengukuran buah mangga yang berulat dengan buah mangga yang tidak berulat berbeda-beda. Pengukuran dilakukan dari jarak 1 cm sampai 10 cm terhadap kondisi buah mangga. Pada jarak 1 cm didapatkan nilai tegangan di atas 1000 mv, hal ini dikarenakan pada jarak 1 cm sensor tidak dapat bekerja dengan efektif. Sensor hanya mampu bekerja dari jarak 2 cm hingga 400 cm. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, pada jarak 6 cm menghasilkan nilai yang dapat membatasi tegangan keluaran dari buah yang berulat dan buah yang tidak berulat. Pada data tersebut nilai batas antara buah mangga yang berulat dan tidak berulat adalah 30 mv, dengan kata lain buah yang tidak berulat mendapatkan nilai tegangan yang lebih rendah dibandingkan dengan buah yang berulat. Pada jarak 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 7 cm, 8 cm, 9 cm dan 10 cm sulit untuk membedakan kondisi buah mangga, karena adanya nilai tegangan yang hampir sama dan pengulangan angka pada mangga yang berulat dan tidak berulat.

### 3.2 Pengujian Alat Pendeteksi

Pengujian alat terhadap buah mangga dilakukan secara acak untuk menguji apakah alat dapat bekerja dengan baik saat mendeteksi keberadaan ulat di dalam buah mangga. Pengujian ini dilakukan pada 13 buah mangga yang belum dikupas sama sekali, sehingga sebelum dideteksi tidak diketahui kondisi di dalam buah mangga tersebut. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2 Pengujian pengambilan mangga secara acak

Mangga ke-	V <sub>out</sub>	Nyala Buzzer		Kondisi	Keterangan
		Hidup	Mati		
1.	31,25	√		Berulat	Berhasil
2.	26,21		√	Tidak Berulat	Berhasil
3.	28,36		√	Tidak Berulat	Berhasil
4.	30,42	√		Berulat	Berhasil
5.	30,93	√		Tidak Berulat	Gagal
6.	31,02	√		Berulat	Berhasil
7.	31,43	√		Berulat	Berhasil
8.	30,88	√		Berulat	Berhasil
9.	29,10		√	Tidak Berulat	Berhasil
10.	29,00		√	Berulat	Gagal
11.	28,09		√	Tidak Berulat	Berhasil
12.	31,25	√		Berulat	Berhasil
13.	26,44		√	Tidak Berulat	Berhasil

Tabel 2 menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik. Mangga yang berulat dengan tegangan di atas 30 mV menghidupkan buzzer serta nilai tegangan dan kondisi buah mangga ditampilkan pada LCD, sedangkan mangga yang tidak berulat dengan tegangan di bawah 30 mV tidak dapat menghidupkan buzzer tetapi nilai tegangan dan kondisi buah tetap ditampilkan pada LCD. Berdasarkan data pada Tabel 2 ketepatan pendeteksian alat adalah 84,6% sehingga alat dikategorikan belum berhasil dengan sempurna. Keberhasilan alat

dipengaruhi oleh lamanya pemakaian pada sensor, setelah 15 menit pemakaian sensor akan mudah error sehingga hanya 3 buah mangga yang dapat dideteksi secara benar. Mangga ke 4 dideteksi kembali setelah alat dimatikan selama 1-2 jam.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah mampu mendeteksi ulat di dalam buah mangga menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Pengukuran paling efektif dilakukan pada saat jarak antara sensor ultrasonik dan buah mangga sebesar 6 cm. Rancangan sistem yang dapat mendeteksi keberadaan ulat didalam buah mangga dengan nilai tegangan keluaran diatas 30 mV untuk mangga yang berulat dan dibawah 30 mV untuk mangga yang tidak berulat. Hasil pendeteksian ulat telah dapat mengaktifkan buzzer untuk menghasilkan bunyi peringatan, menampilkan secara real time pada LCD nilai tegangan keluaran dan kondisi buah berulat atau tidak. Pendeteksian ulat hanya dapat digunakan pada satu sisi dengan ketepatan pendeteksian alat adalah 84,6% sehingga alat dikategorikan belum berhasil dengan sempurna.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bally, I.S.E., 2006, *Mangifera indica* (mango), ver. 3.1. In: Elevitch, C.R. (ed.). *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry*. Permanent Agriculture Resources (PAR), Hōlualoa, Hawai'i.
- Douthett, D. G., 2000, *The Mango: Asia's King of Fruits*, Ethnobotanical Leaflets, Southern Illinois University, <https://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://id.search.yahoo.com/&httpsredir=1&article=1507&context=ebl>, diakses pada April 2019.
- Kementerian Pertanian, 2019, *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia*, <https://www.bps.go.id/publication/download.html?>, diakses pada April 2019
- O'Neil, C.E., Nicklas, T.A., dan Fulgoni, V.L., 2013, *Mangoes are Associated with Better Nutrient Intake, Diet Quality, and Levels of Some Cardiovascular Risk Factors: National Health and Nutrition Examination Survey*. *Journal Nutrition and Food Science* 3:185. doi: 10.4172/2155-9600.1000185, <https://www.omicsonline.org/>, diakses pada Agustus 2019
- Patil, K., 2019, *11 Surprising Benefits of Mangos*, <https://www.organicfacts.net/health-benefits/fruit/mango.html>, diakses pada April 2019.
- Syahbana, M.K., Harfansah, A., dan Ikhwanuddin, 2018, *Alat Deteksi Dini Kematangan Optimum Buah Mangga (Mangifera indica) Secara Non-Destructive Berbasis Teknologi LDR (Light Dependent Resistor)*, *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, Vol.4, No.1
- Talcott, S. dan Talcott, S., 2009, *Phytochemical Attributes Contribute to the Health-Promoting Benefits of Mangos*, Final Research Report to the National Mango Board, [www.mango.org/wp-content/uploads/2017/10/Nutrition\\_and..](http://www.mango.org/wp-content/uploads/2017/10/Nutrition_and..) , diakses pada April 2019.
- Titiyoga, G. W., 2014, *Pelajar Kendal Buat Detektor Belatung Buah*, *Majalah Tempo*, <https://tekno.tempo.co/read/618668/pelajar-kendal-buat-detektor-belatung-buah/full&view=ok>, diakses pada 1 April 2019.
- Warji, 2008, *Pendugaan Kerusakan Buah Mangga Arumanis Akibat Lalat Buah dengan Menggunakan Gelombang Ultrasonik*, Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.