

Rancang Bangun Alat Titrasi Semi-Otomatis Untuk Analisa Kadar Vitamin C

(Design of a Semi-Automatic Titrator for Vitamin C Analysis)

Ahmad Zamroni^{1*}, Netty Maria Naibaho¹, Eko Junirianto², Hamka Nurkaya¹, Rudito¹,
Khusnul Khotimah¹, Andi Lisnawati¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia

²Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia

*Corresponding Author: zam.ahzami@gmail.com

ABSTRAK

Pengujian kadar vitamin C dalam bahan pangan adalah salah satu uji yang sering dilakukan dalam industri pangan. Diperlukan metode yang cepat, mudah, murah dan akurat untuk mengukur kadar vitamin C dalam bahan pangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang alat titrasi yang mudah dioperasikan dan dapat bekerja otomatis tanpa memerlukan skill yang tinggi untuk mengoperasikannya. Penelitian ini telah berhasil membuat alat titrasi semi-otomatis dengan menggunakan Arduino Uno sebagai *controller* utamanya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat titrator semi-otomatis memiliki presisi yang cukup baik dimana koefisien variasi (KV) pembacaan alat berkisar antara 2,6 hingga 5,8%, nilai ini hampir sebanding dengan metode titrasi manual yang memiliki KV berkisar antara 1,4 hingga 4,8%. Meskipun memiliki presisi yang cukup baik, namun hasil akhir perhitungan kadar vitamin C masih berbeda jauh dibandingkan dengan perhitungan metode titrasi manual dengan selisih perhitungan mencapai lebih dari 60%. Selisih nilai yang besar ini mungkin terjadi karena adanya interaksi antara iodine dengan dinding selang pompa yang menyebabkan iodine menempel di dinding selang pompa. Hal ini mengakibatkan konsentrasi iodine yang dikeluarkan titrator menjadi lebih rendah sehingga dibutuhkan lebih banyak titran untuk mencapai titik akhir reaksi.

Kata kunci: Alat Titrasi, Analisa Vitamin C, Arduino Uno

ABSTRACT

Analysis the levels of vitamin C in foods is one of the tests that is often carried out in the food industry. A fast, easy, inexpensive and accurate method is needed to measure the levels of vitamin C in foods. The purpose of this research is to design a titrator that is easy to operate and can work automatically without requiring high skills to operate it. This research has succeeded in making a semi-automatic titrator using Arduino Uno as the main controller. The results showed that the semi-automatic titrator has a fairly good precision where the coefficients of variation (CV) of the tool readings ranged from 2.6 to 5.8%, this value is almost comparable to the manual titration method which has a CV ranging from 1.4 to 4.8%. Even though it has quite good precision, the final result of calculating vitamin C levels is significantly different from the calculation of the manual titration method with a calculation difference of more than 60%. This large difference in value may occurs due to the interaction between iodine and the pump hose wall which causes iodine to stick to the pump hose wall. This causes the concentration of iodine released by the titrator to be lower so that more titrant is needed to reach the end point of the reaction.

Keywords: Titrator, Vitamin C Analysis, Arduino Uno

I. PENDAHULUAN

Vitamin C (L-asam askorbat) adalah salah satu nutrisi penting yang terkandung dalam buah dan sayur. Diantara fungsinya yang penting bagi tubuh manusia adalah sebagai antioksidan dimana vitamin C mampu menjadi pendonor elektron bagi zat-zat oksidan berbahaya dalam tubuh (Devaki dan Reshma, 2017). Vitamin C juga berperan penting dalam aktivasi berbagai enzim, menangkal radikal bebas, serta menjaga

sistem imun (Schlueter dan Johnston, 2011). Vitamin C dapat mencegah timbulnya beberapa penyakit diantaranya kanker, penyakit kardiovaskular, flu, degenerasi otot karena penuaan, serta katarak (Devaki dan Reshma, 2017).

Kandungan vitamin C yang tinggi merupakan nilai tambah bagi produk buah dan sayuran serta produk-produk turunannya. Seringkali, industri mencantumkan nilai kandungan vitamin C dalam produknya untuk menarik minat calon

konsumen. Pencantuman nilai kandungan vitamin C ini juga diperlukan oleh masyarakat untuk memperkirakan berapa asupan vitamin C yang mereka penuhi dari makanan yang mereka konsumsi. Dalam industri pengolahan makanan dan minuman, analisa kandungan nutrisi produk adalah suatu kebutuhan yang terus-menerus diperlukan seiring dengan semakin meningkatnya variasi produk yang diproduksi untuk memenuhi kebutuhan pasar (Essay, 2018). Oleh karena itu diperlukan metode yang sederhana, cepat namun akurat untuk menganalisa kandungan vitamin C dalam suatu bahan pangan.

Kadar vitamin C dapat diukur dengan beberapa metode diantaranya adalah menggunakan teknik titrasi, spektrofotometri, kromatografi dan elektroforesis (Essay, 2018). Diantara metode-metode tersebut, metode titrasi iodin adalah metode yang paling sering digunakan karena metode ini relatif sederhana, murah dan dapat dikerjakan tanpa menggunakan alat laboratorium yang canggih (Techinamuti dan Rimadani, 2018).

Meski sederhana, metode iodometri memiliki kelemahan yaitu memerlukan ketelitian dan kehati-hatian dari penganalisa. Selain itu, jika sampel berjumlah banyak, faktor kelelahan bisa menurunkan konsentrasi penganalisa sehingga dapat berakibat terjadinya kesalahan pengukuran. Untuk mengatasi kelemahan metode tersebut, beberapa alat titrasi otomatis telah diproduksi oleh produsen-produk alat laboratorium. Sayangnya, kebanyakan alat tersebut harganya relatif mahal. Oleh karena itu, beberapa peneliti telah mencoba merancang alat titrasi otomatis yang lebih sederhana dengan harga relatif murah.

Diantara alat yang telah dibuat dan telah dipublikasikan dalam artikel ilmiah diantaranya adalah alat yang dibuat oleh Ika (2009) dengan prinsip dasar kesetimbangan asam-basa sebagai titik akhir reaksi. Alat tersebut dapat bekerja dengan baik dengan tingkat kesalahan sekitar 1,14 %. Selain itu, Erwanto dkk. (2019) telah membuat alat titrasi iodometri otomatis dengan menggunakan teknologi pengolahan citra digital terhadap perubahan warna sebagai titik akhir reaksi. Sayangnya, alat tersebut memiliki nilai kesalahan yang cukup tinggi yaitu rata-rata sebesar 17,54% dibandingkan dengan pengukuran secara langsung. Hal ini

disebabkan karena pengolah citra digital baru dapat mendeteksi warna biru lebih pekat pada larutan daripada pengamatan secara langsung.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat titrasi semi-otomatis serta menganalisa tingkat presisi dan akurasi dari alat yang dihasilkan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: Komputer, Mikrokontroler Arduino Uno R3, pompa peristaltik, Erlenmeyer, Gelas Beaker, buret.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: asam askorbat, larutan iodin 0,01N, amilum 1%.

B. Metode Penelitian

Tahapan Penelitian

1. Perancangan alat

Sebelum dimulai membuat program dan merangkai alat, terlebih dahulu akan dilakukan perancangan alat secara keseluruhan.

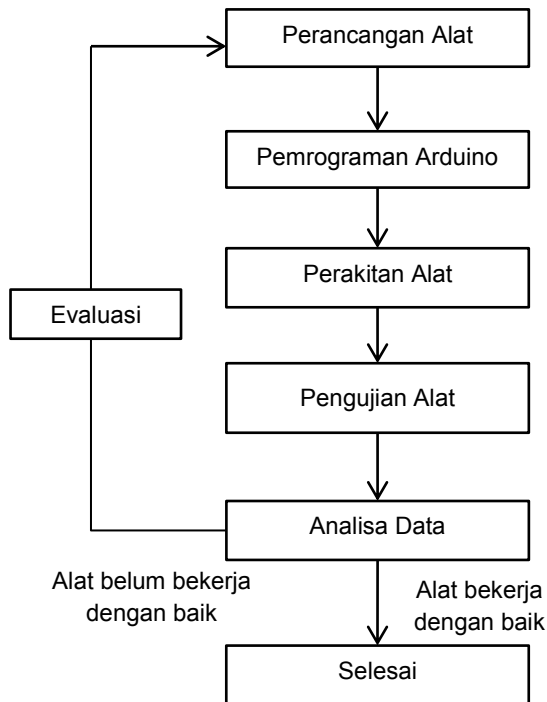
2. Pemrograman mikrokontroler Arduino Uno

Pada tahap ini, mikrokontroler akan diprogram sedemikian rupa sehingga dapat memberikan perintah kepada pompa sesuai dengan signal yang diberikan oleh perangkat android. Pemrograman Arduino Uno dilakukan di komputer dengan menggunakan *software* Arduino IDE versi 1.8.9.

3. Perakitan Alat

Setelah sistem android dibuat dan mikrokontroler sudah diprogram, maka tahap selanjutnya adalah merakit alat-alat tersebut dengan alat-alat lain yang diperlukan menjadi satu kesatuan.

Setelah selesai perakitan alat, selanjutnya alat diuji apakah sudah dapat bekerja seperti yang diharapkan. Jika alat belum bekerja dengan baik maka dilakukan evaluasi kembali dan dilakukan perancangan serta pemrograman ulang hingga alat dapat bekerja dengan baik sesuai yang ada dalam rancangan awal. Diagram alir tahapan penelitian dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Penentuan Kadar Vitamin C

Penentuan kadar vitamin C dalam sampel dilakukan dengan menggunakan metode Iodometri (Zubairu dan Fatima, 2019) dengan modifikasi. Sediakan 10 g sampel halus (daging buah) masing-masing dari buah ara dan markisa hutan pada labu 100 mL lalu ditambahkan 100 mL air hingga tanda batas. Tambahkan 5 tetes indikator amilum, lalu lakukan titrasi dengan iodium (I₂) 0,01 N sampai warna biru.

Kandungan vitamin C (mg/100gr) dapat dihitung dengan rumus:

$$Kadar\ Vit.\ C = \frac{(Vol\ I_2 \times 0,88 \times Fp) \times 100}{W\ sampel\ (g)}$$

Keterangan:

V I₂ : Volume iodium (mL)

0,88 : 0,88 mg Vitamin C setara dengan 1 mL larutan I₂ 0,01 N

Fp : faktor pengenceran

Ws : Berat sampel (g)

Analisa Data

Untuk mengetahui ketelitian alat, pengujian dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama adalah menganalisa tingkat stabilitas volume Iodin yang dikeluarkan alat

pada setiap tetesan. Hal ini dilakukan dengan cara penimbangan tetesan cairan kemudian dikonversi menjadi volume dengan rumus:

$$Volume\ (mL) = \frac{berat\ (gr)}{massa\ jenis\ (gr/ml)}$$

Tahap yang kedua adalah membandingkan hasil pengujian vitamin C menggunakan alat dengan pengujian metode titrasi manual. Hasil pengukuran digunakan untuk mengetahui tingkat error dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

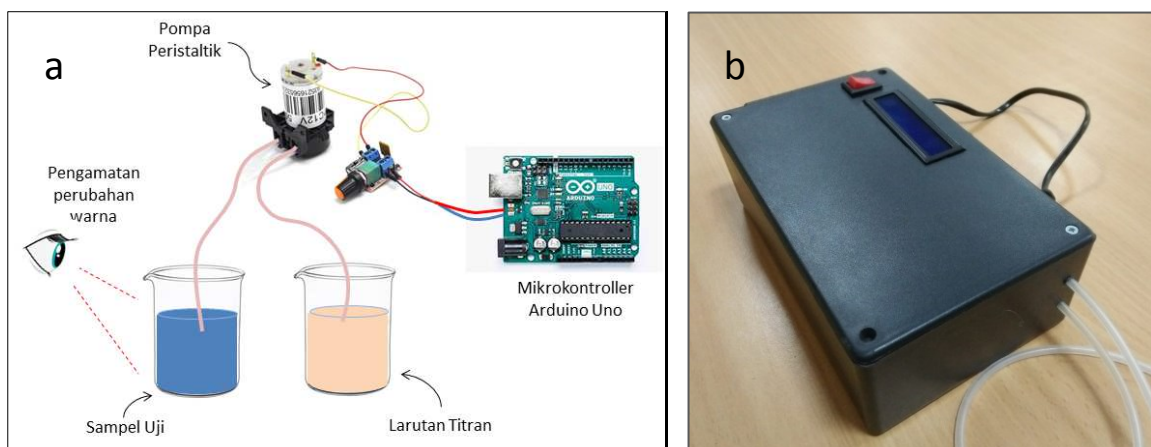
$$\% error = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Dimana *a* adalah kadar vitamin C yang didapat dengan menggunakan alat tirasi semi-otomatis dan *b* adalah kadar vitamin C yang didapat dari perhitungan metode titrasi manual.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal dari penelitian ini adalah membuat rancangan rangkaian alat yang dapat mengeluarkan atau meneteskan cairan terus menerus secara otomatis. Alat tersebut dirancang sedemikian rupa sehingga dapat bekerja dengan cara sebagai berikut (Gambar 2a):

1. Sampel dengan tambahan indikator amilum ditempatkan dalam gelas beaker sedangkan larutan titran (larutan iodin) ditempatkan di wadah lain, antara sampel dan larutan titran dihubungkan dengan pompa untuk mengalirkan cairan titran ke dalam wadah sampel.
2. Ketika alat dinyalakan, maka pompa akan bekerja mengalirkan setetes demi setetes cairan titran kedalam larutan berisi sampel uji.
3. Pompa akan terus meneteskan cairan titran hingga terjadi perubahan warna yang menunjukkan titik akhir reaksi
4. Ketika terjadi perubahan warna, pengguna alat dapat memencet tombol "off" untuk menghentikan aliran cairan titran.
5. Jumlah volume cairan titran dapat diketahui dengan cara mengalikan jumlah tetesan dengan volume titran setiap tetesnya.



Gambar 2. Rangkaian Alat Titration Otomatis (a) dan Alat yang Telah Dirakit (b)

Pada tahap selanjutnya, pemrograman arduino uno dilakukan dengan tujuan untuk membuat *controller* yang dapat memberikan perintah nyala-mati kepada pompa peristaltik. Program arduino dirancang sedemikian rupa sehingga dapat membuat pompa menyala selama 0,2 detik dan jeda 3 detik kemudian menyala lagi dan jeda lagi, terus berulang hingga pengguna menekan tombol “stop”. Hal ini diperlukan agar cairan titran yang dipompa oleh pompa peristaltik dapat keluar sedikit demi sedikit sebagaimana tetapan yang keluar dari buret pada titrasi manual.

Pada penelitian ini, alat titrasi telah berhasil dibuat sesuai dengan rancangan awal (Gambar 2b). Uji presisi volume tetesan menunjukkan bahwa alat ini mampu meneteskan cairan secara menerus dengan jumlah yang cukup stabil yaitu sebanyak 0,195gr dengan standar deviasi sebesar 3,7%. Setelah diperhitungkan dengan nilai massa jenis iodine (Tabel 1), maka didapatkan bahwa volume tiap tetes yang dikeluarkan alat ini adalah sebanyak 0,193 mL (Tabel 2).

Tabel 1. Perhitungan Massa Jenis Iodin

ulangan	volume (ml)	massa (gr)	massa jenis (gr/ml)
1	1	1,002	1,002
2	1	1,010	1,010
3	1	1,003	1,003
Rata-rata		1,005	1,005
Simpangan Baku		0,004	0,004
Koefisien Variasi (%)		0,441	0,441

Tabel 2. Uji Presisi Volume Iodin yang Dikeluarkan oleh Alat Semi-Otomatis

Jumlah Tetes	Berat (gr)	Berat per tetes (gr)	Volume Per tetes (mL)
10	1,936	0,194	0,192
10	1,963	0,196	0,194
10	2,043	0,204	0,202
5	0,964	0,193	0,191
5	0,977	0,195	0,193
5	0,966	0,193	0,191
1	0,195	0,195	0,193
1	0,178	0,178	0,177
1	0,202	0,202	0,200
Rata-rata		0,195	0,193
Simpangan Baku		0,007	0,007
Koefisien Variasi (%)		3,7%	3,7%

Pada uji kadar vitamin C, alat titrator semi-otomatis menunjukkan presisi yang cukup baik dimana koefisien variasi (KV) pembacaan alat berkisar antara 2,6 hingga 5,8%, nilai ini hampir sebanding dengan metode titrasi manual yang memiliki KV berkisar antara 1,4 hingga 4,8% (Tabel 3). Meski hasil uji presisi volume tetesan alat menunjukkan hasil yang cukup baik, namun uji kadar vitamin C menggunakan alat titrasi semi-otomatis menunjukkan nilai yang berbeda jauh jika dibandingkan dengan uji vitamin C metode titrasi konvensional dengan selisih perhitungan 29–65% (Tabel 3).

Tabel 3. Perbandingan Perhitungan Kadar Vitamin C Menggunakan Metode Titrasi Manual dengan Alat Titrasi Otomatis.

Sampel	ulangan	Titrasi Manual		Alat Semi-Otomatis		Error (%)
		volume iodine (mL)	Kadar Vitamin C	volume iodine (mL)	Kadar Vitamin C	
Nutrisari Jeruk	1	4	14,06 mg/ gr	6,2	21,71 mg/ gr	54
	2	4,1	14,41 mg/ gr	5,6	19,67 mg/ gr	37
	3	4	14,06 mg/ gr	5,6	19,67 mg/ gr	40
	KV (%)	1,4 %	1,4 %	5,8 %	5,8 %	
Nutrisari Sayur	1	3,3	11,60 mg/ gr	4,2	14,92 mg/ gr	29
	2	3	10,55 mg/ gr	4,4	15,60 mg/ gr	48
	3	3,2	11,25 mg/ gr	4,4	15,60 mg/ gr	39
	KV (%)	4,8 %	4,8 %	2,6 %	2,6 %	
Ascorbic Acid	1	4,4	77 mg/100 mL	6,6	115 mg/100 mL	49
	2	4,2	742mg/100 mL	6,9	122 mg/100 mL	65
	3	4,4	77 mg/100 mL	6,4	112 mg/100 mL	45
	KV (%)	2,7 %	2,7 %	4,5%	4,5%	

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa jumlah iodine yang diperlukan untuk mencapai titik akhir reaksi pada sistem alat semi-otomatis adalah selalu lebih besar dibandingkan titrasi konvensional. Hal ini mungkin disebabkan karena adanya interaksi antara iodine dengan selang yang ada pada alat titrasi semi-otomatis. Iodine bersifat nonpolar, begitu juga bahan pembuat selang yang terbuat dari silikon. Antara iodine dan selang kemudian terjadi interaksi hidrofobik sehingga iodine akan menempel di dinding selang. Hal ini menyebabkan konsentrasi iodine yang keluar dari alat akan berkurang meskipun jumlah volumenya tetap. Dengan demikian, diperlukan lebih banyak iodine untuk mencapai titik akhir reaksi pada sistem alat titrasi semi-otomatis.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan alat titrator dengan presisi yang cukup bagus dilihat dari kemampuannya meneteskan cairan titran. Akan tetapi, hasil akhir perhitungan kadar vitamin C masih berbeda jauh dibandingkan dengan perhitungan metode titrasi manual. Perbedaan nilai tersebut mungkin disebabkan oleh adanya

interaksi molekuler antara iodine dan dinding selang yang ada pada alat titrasi semi-otomatis. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi alat tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Pertanian Negeri Samarinda yang telah mendanai penelitian ini melalui sumber dana PNBP Politeknik Pertanian Negeri Samarinda Tahun Anggaran 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Devaki, S.J. and Reshma, L.R. 2017. Vitamin C: Sources, Functions, Sensing and Analysis. Intechopen. DOI: 10.5772/intechopen.70162
- Erwanto, D., Utomo, Y.B., Fiolana, F.A., Yahya, M. 2019. Pengolahan Citra Digital untuk Menentukan Kadar Asam Askorbat pada Buah dengan Metode Titrasi Iodimetri. Jurnal Ilmiah Multitek Indonesia 12(2): 73-84.

- Essay, UK. 2018. Existing analytical methods for the determination of vitamin C in fruits and beverages. <https://ukdiss.com/examples/0141526.php?vref=1>
- Ika, D. 2009. Alat Otomatisasi Pengukur Kadar Vitamin C Dengan Metode Titration Asam Basa. *Jurnal Neutrino* 1(2): 163-178.
- Schlueter, A.K. dan Johnston, C.S. 2011. Vitamin C: Overview and Update. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine* 16(1): 49-57
- Techinamuti, N. dan Rimadani, P. 2018. Review: Metode Analisis Kadar Vitamin C. *Farmaka* 16(2): 309-315
- Zubairu, M.S. dan Fatima. M. 2019. Comparative Analysis of Vitamin C (ascorbic acid) in Fresh and Packaged Fruit Juices by Iodometric Titration. *International Journal of Food Nutrition and Safety* 10 (1): 26-41