

Perakitan *Gas Chromatography* Sederhana Untuk Pembelajaran Instrumen Pemisahan Senyawa Kimia

Tanto Budi Susilo*¹, Rahmat Yunus¹, Azidi Irwan¹, Oni Soesanto²,
Arief Rahmad Maulana Akbar³, Rizki Fitria¹, Muktiningsih⁴

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat

²Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat

³Program Studi Teknik Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat

⁴Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta

*Penulis korespondensi: tbsusilo@ulm.ac.id

Received: 20 Januari 2023 / Accepted: 05 Mei 2023

Abstract

Gas Chromatography (GC), is a standard method in chemistry science education curriculum. This tool is able to separate and analyze multi-component compounds based on their physical data. Usually, the size of the tool is large at a high price. However, this tool can be assembled simply by using surrounding materials (<https://youtu.be/w9OMFAAPV0I>). The principle of separation is the same as that of the manufacturer's GC. This simple GC tool consists of a sample injection site, gas carrier, separation column, oven, and detector. This tool is assembled by the Organic and Biochemistry Laboratory, Chemistry Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences (FMIPA) Lambung Mangkurat University (ULM). Trial substances were fruit fermentation and practiced to 5th-semester students of the Chemistry Study Program, at Lambung Mangkurat University. The Structural Equation Modeling (SEM) method was used to determine students' perceptions of GC tools. Previously, students considered alt GC complicated (74.4%), expensive (51.2%), unable to assemble itself (39.5%), and big (51.2%). However, after being involved in GC tool assembly activities, students' perceptions of the tool changed, complicated (23.3%), expensive (11.6%), unable to assemble by themselves (0%), large (16.3%), simple (44.2%), affordable cost (37.2%), self-assembled (65.1%) and small (37.2%). So that this simple GC tool can be an alternative choice amid the high cost of the manufacturer's GC tool.

Keywords: Assembly, gas chromatography, Separation

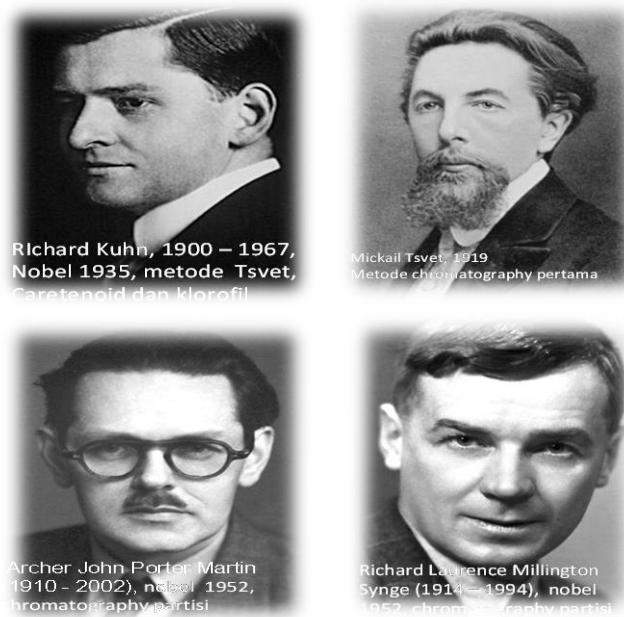
Abstrak

Gas Chromatography (GC) merupakan suatu metode standar dalam kurikulum pendidikan sains kimia. Metode ini berupa alat yang mampu memisahkan dan menganalisis senyawa multi komponen berdasarkan data fisiknya. Biasanya ukuran alat adalah besar dengan harga yang mahal. Namun, alat ini dapat dirangkai secara sederhana dengan menggunakan bahan-bahan disekitar (<https://youtu.be/w9OMFAAPV0I>). Prinsip pemisahannya sama dengan GC pabrikan. Metodologi perakitan menggunakan kompresor, pipa kapiler, elemen panas dan detektor alkohol. Alat ini dirangkai oleh Laboratorium Organik dan Biokimia, Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lambung Mangkurat (ULM). Bahan uji berupa fermentasi buah-buahan dan dipraktekkan kepada mahasiswa semester 5 Program Studi Kimia, Universitas Lambung Mangkurat. Metode *Structural Equation Modelling* (SEM) digunakan untuk mengetahui persepsi mahasiswa terhadap alat GC. Sebelumnya mahasiswa menganggap alat adalah GC rumit (74.4%), mahal (51.2%), tidak bisa dirakit sendiri (39.5%), berukuran besar (51.2%). Namun, setelah terlibat dalam kegiatan perakitan alat GC, persepsi mahasiswa terhadap alat tersebut berubah yaitu rumit (23.3%), mahal (11.6%), tidak bisa dirakit sendiri (0%), berukuran besar (16.3%), simpel (44.2%), biaya terjangkau (37.2%), bisa dirakit sendiri (65.1%) serta berukuran kecil (37.2%). Sehingga alat GC sederhana ini dapat menjadi alternatif pilihan di tengah mahalnya alat GC pabrikan.

Kata kunci: gas chromatography, perakitan, pemisahan

1. PENDAHULUAN

Gas Chromatography (GC) merupakan instrumen yang digunakan untuk memisahkan dan menganalisis senyawa multi komponen seperti senyawa volatil, hidrokarbon dan pelarut (Fauzi *et al.*, 2017). Alat GC ditemukan oleh Mikhail Semenovich Tsvett pada tahun 1903 (Gambar 1) dan memperoleh penghargaan nobel tahun 1952 (James & Martin 1954). Selanjutnya metode yang digunakan pada alat GC adalah sampel dilarutkan pada pelarut dan diuapkan untuk memisahkan analit. Sampel terdistribusi diantara dua fasa: fasa diam dan fasa gerak. Fasa gerak umumnya berupa gas *inert* seperti helium dan nitrogen sedangkan fasa diam berupa adsorben padat. Sampel yang akan dipisahkan diubah terlebih dulu menjadi uap dan bercampur dengan gas fasa gerak. Komponen yang lebih terikat pada fasa diam akan bergerak lebih lambat daripada komponen yang kurang terikat pada fasa diam akibat dorongan gas (Kaur & Sharma, 2018).



Gambar 1. Penemu dan pengembang metode gas *chromatography*. Metode ini sangat penting dalam pendidikan dan penelitian sains kimia. Searah jarum jam; Mickell Tsvet, Richard Laurence Millington, Archer Jhon porter Martin dan Richard Khun.

Tabel 1. Deskripsi antara GC pabrikan dan GC sederhana

No	Desain	GC Pabrikan	GC Sederhana
1	Tempat injeksi sampel	√	√
2	<i>Carrier gas</i>	√	√
3	Kolom pemisahan	√	√
4	Oven/pemanas	√	√
5	Detektor	√	√
6	<i>Amplification & recorder system</i>	√	-

Keterangan: √ ; ada, - ; tidak ada

Alat GC umumnya memiliki harga yang cukup mahal. Tidak semua laboratorium memiliki alat tersebut. Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lambung Mangkurat (ULM) berhasil merakit alat GC sederhana yang memiliki fungsi sama seperti GC pabrikan. Tabel 1 merupakan deskripsi detail

perbedaan GC sederhana produk Program Studi Kimia FMIPA ULM dengan GC pabrikan (Lehotay & Hajšlová, 2002). Tidak terdapat banyak perbedaan dari hal desain dan fungsi dengan GC rakitan dan pabrikan. GC sederhana ini dapat menawarkan solusi di tengah mahalnya alat GC pabrikan yang dijual.

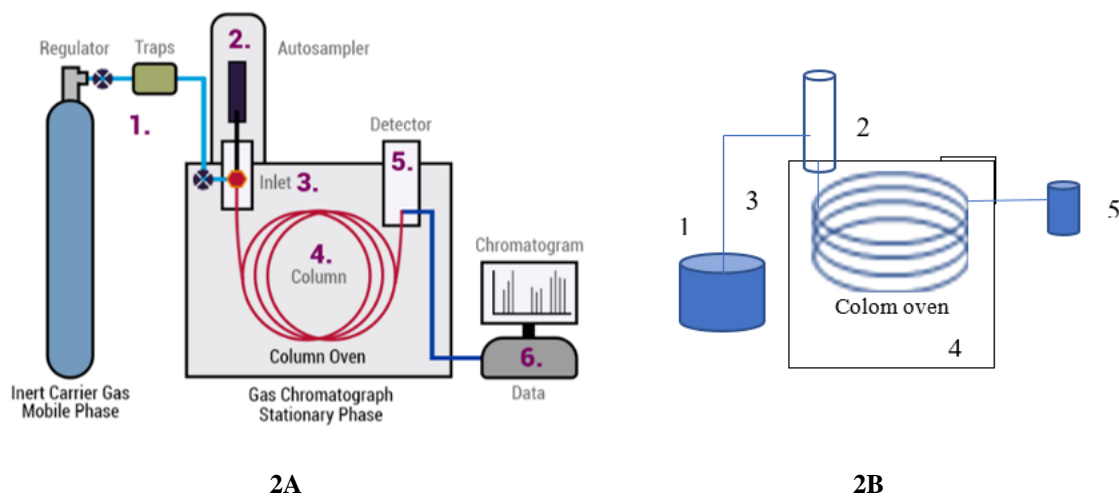
2. METODE

Mahasiswa Program Studi Kimia FMIPA ULM Semester 5 diajarkan mengenai cara merakit (Gambar 2B) alat GC dari bahan sederhana selama 1 semester (<https://youtu.be/w9OMFAAPV0I>). Kemudian, metode *Structural Equation Modelling* (SEM) digunakan untuk mengetahui respon terhadap perakitan alat GC tersebut. Sebanyak 43 mahasiswa terlibat dalam metode SEM ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruksi dan Desain Alat GC Sederhana

Pada Gambar 2A merupakan desain dari alat GC pabrikan dan rakitan mandiri (Gambar 2B). Terdiri atas tabung *carrier gas* (nitrogen), regulator, injektor/*autosampler*, inlet, kolom, oven, detektor dan kromatogram. Pengoperasian alat GC dimulai dengan memanaskan oven yang terdapat dalam alat hingga suhu tertentu serta mengalirkan *carrier gas*. Setelah itu, sampel diinjeksikan melalui injektor/*autosampler*. Sampel akan mengalami pemisahan pada kolom dan dideteksi oleh detektor dan divisualisasikan melalui kromatogram.

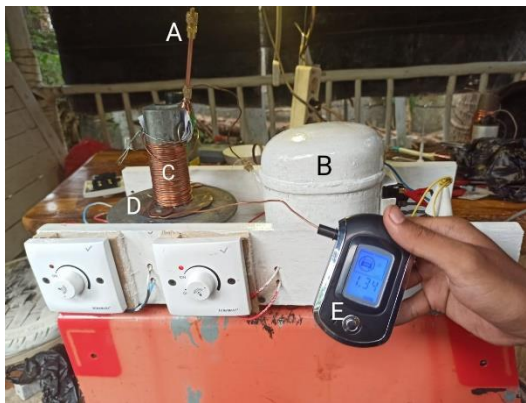


Gambar 2. Desain alat GC pabrikan (2A) dan rakitan (2B). Keterangan; 1 (gas pembawa), 2 (injektor), 3 (inlet), 4 (kolom oven) dan 5 detektor

Dengan prinsip yang sama, alat GC sederhana telah dirakit dan memiliki fungsi yang sama dalam mendeteksi campuran senyawa dalam hal ini dikhususkan untuk mendeteksi alkohol. Pada Tabel 1, alat GC sederhana ini memiliki hampir semua komponen yang dimiliki oleh alat GC pabrikan. Tempat injeksi sampel (Gambar 3) terdiri dari *valve* dan *valve cap*. Sampel akan diinjeksikan melalui *syringe* ke *valve* tersebut. Fungsi *carrier gas* digantikan oleh gas dari kompresor yang akan mengambil udara sekitar dan membuatnya menjadi gas yang akan mendorong sampel melewati kolom. Kolom pemisahan terdiri dari kolom kapiler sepanjang 8 meter yang dibuat melingkar dan diletakkan di atas oven yang berasal dari komponen *rice cooker*. Oven bisa dipanaskan hingga suhu 80°C. Detektor yang

digunakan adalah detektor alkohol yang akan membaca konsentrasi alkohol yang keluar dari pemisahan sampel.

Alat GC sederhana ini juga dilengkapi dengan dua buah dimer untuk pengaturan panas dan laju alir kompresor serta dua buah saklar. Untuk menggunakan alat ini, dihubungkan alat dengan arus listrik kemudian dipanaskan dengan memutar dimer pengatur panas. Tunggu sekitar 15 menit hingga suhu oven mencapai sekitar 80°C. Dihidupkan kompresor dengan memutar dimer dan tunggu hingga ada udara keluar. Dimatikan kompresor dan injeksi sampel sebanyak 1 mL melalui injektor yang menggunakan *syringe* dan tutup injektor yang menggunakan *valve cap*. Dihidupkan kembali kompresor dan tunggu hingga komponen alkohol terdeteksi di ujung kolom kapiler dan terdeteksi oleh detektor.



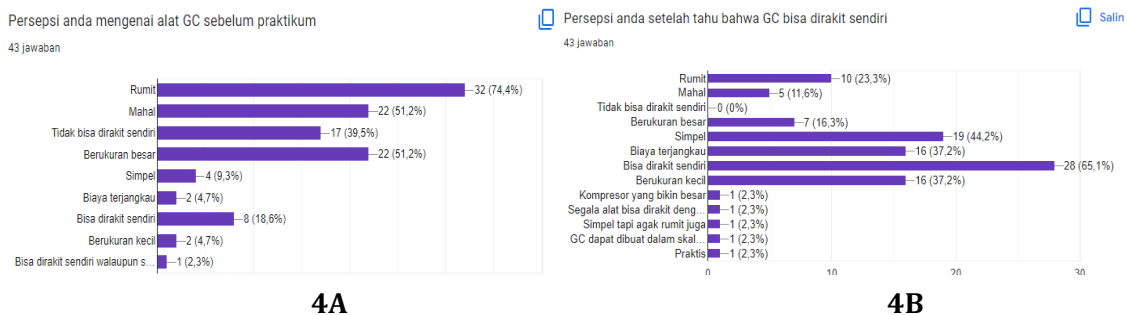
Keterangan:

- A. Injektor
- B. Kompresor (gas pembawa)
- C. Kolom pemisah
- D. Oven
- E. Detektor

Gambar 3. Desain alat GC sederhana

Respon Mental Terhadap Alat GC Sederhana

Sebanyak 43 mahasiswa yang telah mengikuti perakitan alat GC sederhana dilibatkan untuk merespon terkait kegiatan tersebut. Sebelum terlibat kegiatan perakitan alat GC, persepsi mahasiswa (Gambar 4).



Gambar 4. Respon terhadap alat GC sederhana sebelum mengikuti perakitan alat (4A), dan setelah mengikuti perakitan alat (4B).

terhadap alat GC adalah rumit (74.4%), mahal (51.2%), tidak bisa dirakit sendiri (39.5%), berukuran besar (51.2%). Namun, setelah terlibat dalam kegiatan perakitan alat GC, persepsi mahasiswa (Gambar 4B) terhadap alat tersebut berubah yaitu rumit (23.3%), mahal (11.6%), tidak bisa dirakit sendiri (0%), berukuran besar (16.3%), simpel (44.2%), biaya terjangkau (37.2%), bisa dirakit sendiri (65.1%) serta berukuran kecil (37.2%).

Arti penting presentase angka dapat ditinjau ulang dengan pemikiran tokoh-tokoh negarawan, pendidik dan ilmuwan terkait dengan pembelajaran secara umumnya, antara lain (Gambar 5): Opechancanough (Suku Indian Amerika, 1554–1646), berkata “Pendidikan atau pembelajaran adalah anak kandung kebudayaan”. Newton (1642–1727, Inggris), berkata: Jika saya menunggu orang lain untuk membuat alat-alat yang saya butuhkan, saya tidak akan pernah membuat apa pun”. Maria Montessori (Ilmuwan dan tokoh pendidikan, Italia, 1870–1952) berkata, “Guru hebat adalah, dia yang mengatakan kalau melihat anak didik berhasil, bahwa saya tidak ada apa-apanya”. Ki Hajar Dewantoro, (1889–1959, Indonesia) berkata “Kita menerima pendidikan ala barat dengan tetap menjaga kepribadian pendidikan dan kebudayaan bangsa sendiri”. Dan jadikanlah semua tempat adalah sekolah (kampus). Hirohito, (1901–1989, Kaisar Jepang) berkata” Kumpulkan para pendidik untuk memperbaiki bangsa Jepang, saat ini. Bangkitkan guru-guru untuk kreatifitas, untuk mendidik ana-anak jepang. Nelson Mandela (1918–2013, Afrika Selatan,) berkata, “Pendidikan atau pembelajaran adalah senjata paling mematikan di dunia, karena dengan pendidikan, Anda dapat mengubah dunia”.



Gambar 5. Tokoh-tokoh kepribadian pendidikan atau pembelajaran. Kepribadian terhubung antara sikap mental dan perbuatan seseorang. Nilai strategis rakitan *gas chromatography* sederhana terletak utamanya pada pembangkitan *physicomotorics* anak didik (mahasiswa).

Wawancara Terkait Alat GC Sederhana

Beberapa orang yang terlibat dalam pemakaian GC dalam aktivitas akademisnya, antara lain; Tanto B. Susilo, (biokimiawan, staf pendidikan Kimia FMIPA, ULM): “ Bukan hanya untuk mengatasi soal pendidikan sains kimia, alat ini dengan sedikit mengupdate dan menggrade beberapa komponen dan *sparepartnya* maka dapat digunakan untuk penelitian”. Rahmat Yunus, (kimia instrumen analitis, staf pendidikan Kimia FMIPA, ULM):

“Bukan hanya untuk analisis kualitatif alkohol, tetapi analisis kuantitatif dapat dikerjakan di sini”. Azidi Irwan (organik, staf pendidikan Kimia FMIPA, ULM), “Bidang penelitian saya adalah minyak atsiri, GC merupakan instrument yang amat diandalkan untuk melihat komposisi komponen yang ada dalam minyak atsiri. Minyak atsiri merupakan materi campuran antara senyawa-senyawa volatil yang mana sangat efektif dianalisis dengan GC. Jika nantinya ditandemkan dengan *Mass Spectrometry* (MS) maka instrument ini sangat *powerful* untuk analisis minyak atsiri, sehingga rumus molekul dan bobot molekul setiap komponen dapat diketahui. Dengan adanya upaya untuk membuat GC sederhana ini paling tidak keperluan mahasiswa untuk analisis praktis dasar bisa dilaksanakan”. Oni Soesanto (Statistik FMIPA, ULM): “Pola-pola fragmentasi pada GCMS dikumpulkan pada bank data. Disini berperan penting sebagai pembanding untuk menentukan identitas molekul yang dieksplorasi”. Rizki Fitria (pendidik kimia dan kimiawan, staf pendidikan Kimia FMIPA, ULM): “Alat ini dapat menjadi pilihan yang tepat dalam hal pemisahan komponen campuran senyawa. Dalam proses perakitan alat ini juga mengajarkan mahasiswa untuk berpikir kreatif bahwa alat GC yang dikenal rumit ternyata bisa dirakit menggunakan bahan sederhana namun tetap menggunakan prinsip yang sama dengan alat GC pabrikan”.

Dokumentasi Perakitan Alat GC Sederhana

Pada Gambar 6. Sebagai dokumentasi perakitan alat GC sederhana sebelum dipraktikkan kepada mahasiswa kimia semester 5 dan tampilan alat dari berbagai sisi.



Gambar 6. Perakitan alat GC sederhana sebelum dipraktikkan kepada mahasiswa kimia semester 5 (A dan B). Tampilan alat tampak depan (C) terdapat dua buah dimmer untuk pengatur panas dan laju alir kompressor. Tampilan alat tampak belakang (D) terdapat dua buah saklar dan kabel untuk menyambungkan ke arus listrik

4. KESIMPULAN

Alat GC yang rumit dan memiliki nilai jual yang tinggi bisa dirakit secara sederhana menggunakan prinsip yang sama. Bahan-bahan yang digunakan untuk merakitnya mudah didapat dengan harga terjangkau. Responden menilai positif perakitan alat GC sederhana ini dan diharapkan alat ini akan terus berkembang dan dapat menjadi alternatif pilihan dalam proses pemisahan senyawa campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, A., Hameed, I., & Kadhim, M. (2017). A Review: Uses of Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Technique for Analysis of Bioactive Natural Compounds of Some Plants. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research*, 9. <https://doi.org/10.25258/ijtp.v9i01.9042>
- James, At; & Martin, Aj (1954). "Gas-liquid chromatography; a technique for the analysis and identification of volatile materials". *British Medical Bulletin*. 10 (3): 170-176. doi:10.1093/oxfordjournals.bmb.a06941
- Kaur, G., & Sharma, S. (2018). Gas Chromatography -A Brief Review. *International Journal of Information and Computing Science*, 5(7), 125-131. <https://doi.org/10.10089/IJICS.2018.V5I7.18.2729>
- Lehotay, S.J., & Hajšlová, J. (2002). Application of gas chromatography in food analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 21(9), 686-697. [https://doi.org/10.1016/S0165-9936\(02\)00805-1](https://doi.org/10.1016/S0165-9936(02)00805-1)<https://youtu.be/w90MFAAPV0I>