

RANCANG BANGUN *POWER SUPPLY* ELEKTROFORESIS SEDERHANA: POTENSIAL APLIKASI UNTUK PEMISAHAN DNA/PROTEIN

Tanto Budi Susilo^{1*}, Rani Sasmita², Badruzsaufari², Arief Rahmad Maulana Akbar³, Arfan Eko Fahrudin⁴, Amar Vijai Nasrulloh⁴

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jend. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

²Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jend. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

³Program Studi Agroindustri, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jend. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

⁴ Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jend. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

*Corresponding author: tbsusilo@ulm.ac.id

ABSTRACT

Agarose gel electrophoresis is a method of separating biomolecules, based on their weight and electrical charge, such as DNA, RNA, and proteins. This method requires a stable and adjustable electrical power supply. However, commercial electrophoresis power supply devices generally have a fairly high price and are not flexible for the needs of small laboratories or practicum activities. This research aims to design and build a simple electrophoresis power supply device that is economical, and portable. The results have been designed and built two units of electrophoresis power supply 60-150 DC, 2-3 A, by engineering a 220 AC power supply, 2-3 A. The engineering process by adding diodes and digital display voltmeter. Voltage and amperage can be adjusted to the needs of gel electrophoresis. This design is compact and relatively low cost to manufacture. This independent power supply can be a viable alternative to support research and learning activities in the field of biotechnology and biochemistry.

Keywords: DC current, gel electrophoresis, power supply.

PENDAHULUAN

Kemampuan rancang bangun alat laboratorium adalah bagian kemandirian penelitian, demikian kata Isaac Newton (Inggris, 1643 – 1727 M). Di sini, tampak kemandirian dalam

penelitian memerlukan ketrampilan atau skill perakitan alat. Revitalisasi sains diperoleh dengan mereferensi pemikiran penemunya, demikian kata James Clerk Maxwell (German, 1831 – 1879 M). Itulah mengapa mereferensi

dan menelusuri asal usul intelektual (*epistemology*) ilmuwan itu adalah penting di dalam pengembangan dan revitalisasi sains. Elektroforesis merupakan metode yang sangat penting dalam memisahkan DNA/protein berdasarkan bobot molekul dan muatan listriknya. Alat ini adalah sangat berarti dalam memahami struktur dan fungsi biomolekul demikian yang diungkapkan oleh Arne Tiselius, (Swedia, 1902 –1971 M), peraih nobel 1948 (Aaij and Borst, 1972; Jha, and Prasad, 2013, Stellwagen, 2009). Metode temuan Arne ini, biasanya dielaborasi dengan metode *polymerase chain reaction* (PCR) temuan Mullis (Shampo, and Kyle, 2002). Untuk memperoleh informasi genetika, hasil PCR (*amplicon*) diurutkan nucleotida-nya menggunakan metode *dideoxy* Sanger. Suatu metode yang dikembangkan oleh Sanger (Jeffers, 2017). Dampak elaborasi metode yang dikembangkan oleh Arne, Mullis dan Sanger, meningkatkan pemahaman struktur dan fungsi biomolekul secara mendalam. Pada tahapan selanjutnya, informasi genetika mudah diakses pada bank data DNA/protein antara lain NCBI, EBI dan DDBJ

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>;
<https://www.ebi.ac.uk/>;
<https://www.ddbj.nig.ac.jp/index-e.html>, Green and Sambrook, 2019). Disamping terbentuknya bank biomolekul ini, bank-bank ini menghasilkan kajian cabang ilmu baru, bioinformatika, dalam tiga dekade terakhir. Di sisi lain juga, revitalisasi dan *review* PCR telah dilakukan, berupa rancang bangun (*assembling*), manfaat (*utilization*) dan dampak (*implication*) (Susilo, *et. al.*, 2023, 2024a; dan 2024b).

Elektroforesis gel merupakan teknik analisis pemisahan biomolekul, berdasarkan ukuran dan muatan listriknya. Biomolekul DNA, dan RNA secara alami bermuatan negatif, tetapi untuk protein perlu ditambah *Sodium dodecyl sulfate* (SDS) supaya protein bermuatan negatif. Proses ini membutuhkan *power supply* listrik *direct current* (DC) yang stabil. Fungsi sumber tegangan listrik DC menggerakkan molekul melalui matriks gel, biasanya berbahan dasar agarosa atau poliakrilamida (Aaij and Borst, 1972 dan Harahap, 2018). Kualitas dan kestabilan sumber tegangan sangat mempengaruhi keberhasilan hasil pemisahan. Peran

power supply menjadi sangat krusial dalam sistem elektroforesis (Kim, and Lee, 2020). Perangkat *power supply* elektroforesis yang tersedia secara komersial umumnya memiliki harga yang cukup tinggi. Fiturnya terkadang berlebihan untuk kebutuhan laboratorium skala kecil atau kegiatan pembelajaran. Hal ini menjadi kendala, khususnya bagi institusi pendidikan atau laboratorium dengan anggaran terbatas. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi alternatif berupa *power supply* mandiri yang dapat dirakit sendiri, memiliki fitur dasar yang memadai, dan *low cost*.

Rancang bangun *power supply* ini bertujuan untuk menyediakan sumber daya listrik yang dapat disesuaikan dari segi tegangan dan arusnya. Dengan demikian, alat dijalankan dalam proses elektroforesis gel secara optimal. Dalam proyek ini, digunakan komponen elektronik yang mudah ditemukan di pasaran seperti modul *step-down alternating current* (AC). Regulator tegangan, voltmeter digital, dan mikrokontroler sederhana diperlukan dalam kontrol sistem. Selain itu, perangkat juga dilengkapi dengan fitur keamanan dan pengatur waktu untuk meningkatkan

kenyamanan dan keselamatan pengguna. Dengan adanya rancang bangun *power supply* mandiri ini, diharapkan dapat memberikan solusi efisien dan ekonomis bagi laboratorium biologi molekuler. Semangat inovasi dan kemandirian juga didorong dalam pengembangan alat laboratorium secara lokal.

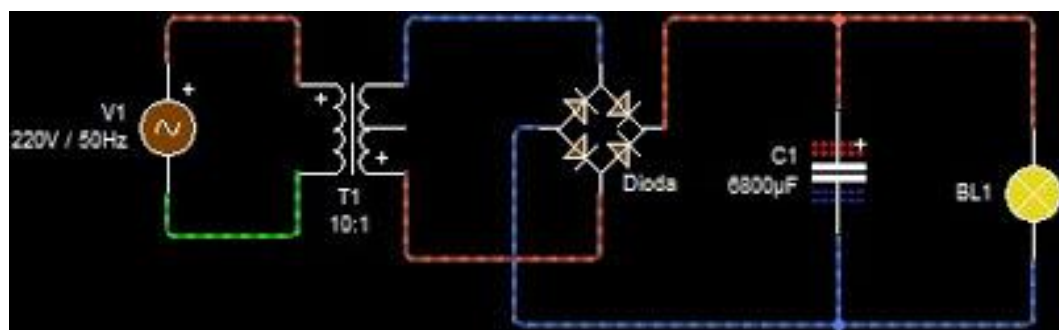
METODE PENELITIAN

Desain *power supply* elektroforesis (gambar 1.) dimulai dengan pemilihan sumber daya utama berupa adaptor AC 220 volt sebagai *input* sistem (Indrawan, dan Suyatna, 2018; Kim, and Lee, 2020). Tegangan ini kemudian diturunkan menggunakan modul AC-DC *step-down converter*, yang mampu menghasilkan tegangan *output* hingga 150V tergantung kebutuhan pengguna. Modul ini dipilih karena memiliki efisiensi tinggi dan kemudahan dalam pengaturan *output* melalui potensiometer. Untuk memantau performa tegangan dan arus secara *real-time*, digunakan modul voltmeter-ampermeter digital yang dipasang pada panel depan perangkat. Dengan begitu, pengguna dapat mengatur tegangan sesuai kebutuhan jenis elektroforesis (misalnya, 50–

120V untuk elektroforesis DNA berbasis agarosa). Rancang bangun *power supply* mempertimbangkan kebutuhan dasar proses elektroforesis. Suplai tegangan AC diubah menjadi DC yang stabil. Tegangan dan arus diatur untuk mendukung pergerakan molekul dalam gel. Sistem yang dirancang bertujuan untuk memberikan alternatif low cost tetapi tetap andal.

Elektroforesis, teknik yang digunakan untuk memisahkan molekul asam nukleat (DNA/RNA) dan protein. Pemisahan berdasarkan ukuran dan muatan listriknya dalam medan listrik. Teknik ini merupakan elaborasi kemajuan ilmu biokimia dan fisika (Aaij and Borst, 1972; Jha, and Prasad, 2013, Stellwagen, 2009) (Tabel 1.). Elektroforesis (*electron* berarti listrik,

phorein menggerakkan), berarti pergerakan partikel bermuatan dalam medan listrik. Reuss (Rusia, 1807) mendokumentasikan konsep elektroforesis, bahwa partikel tanah liat dalam air berpindah ketika diberi medan listrik (gambar 2.). Tiselius dan Svedberg (Swedia, 1930), mengembangkan teknik elektroforesis untuk memisahkan protein dan DNA. Smithies (1950) mengembangkan elektroforesis gel poliakrilamida untuk memisahkan protein berdasarkan muatan dan ukuran (Aaij and Borst, 1972; Jha, and Prasad, 2013, Stellwagen, 2009). Untuk keamanan, digunakan *timer digital* untuk mengatur lama waktu elektroforesis secara otomatis.



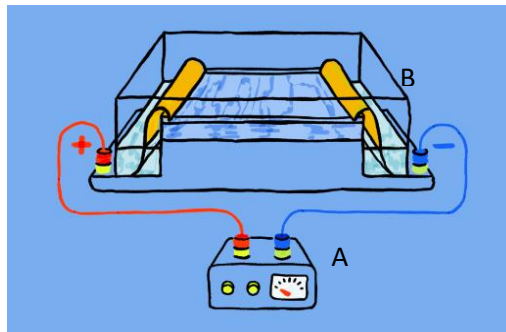
Gambar 1. Rangkaian sederhana *power supply* untuk elektroforesis 0-220 DC volt (Indrawan, dan Suyatna, 2018).

Tabel 1. Perkembangan teknologi elektroforesis.

Nama	Kontribusi	Tahun
Ferdinand Reuss	Pengamatan awal elektroforesis	1807
Arne Tiselius	<i>Moving boundary electrophoresis</i>	1930-an
Oliver Smithies	<i>Gel electrophoresis</i> untuk protein	1950-an

Ketika waktu yang ditentukan habis, sistem memutus arus secara otomatis, mencegah risiko *over-running* yang bisa merusak sampel atau gel. Selain itu, ditambahkan saklar pengaman dan sekering (*fuse*) sebagai perlindungan dasar terhadap arus berlebih atau

hubungan pendek (Kim, and Lee, 2020). Sistem tidak menggunakan mikrokontroler dalam versi awal perakitan ini agar tetap sederhana dan mudah dirakit oleh mahasiswa atau teknisi pemula.



Gambar 2. Elektroforesis. *Power supply* (A) dan media agarose (B) (sumber: Excedr, 2023).

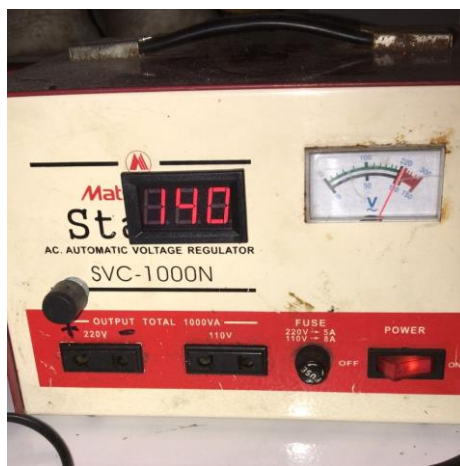
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang bangun *power supply* telah umum dibuat dengan memilih rangkaian dari sederhana sampai yang kompleks. Untuk *power supply* yang berbasis mikrokontroler arduino telah dirancang bangun oleh Indrawan, dan Suyatna, (2018), oleh Aaij and Borst, (1972), oleh Kim, dan Lee, (2020) dan oleh Harahap, (2018). Pada penelitian

ini, telah dirancang bangun dua unit *power supply* elektroforesis sederhana dari *power supply* 220 volt AC, 2-3 A. Hasilnya menunjukkan bahwa alat ini mampu menghasilkan tegangan tetap stabil di kisaran 69–150 volt (V) dengan arus berkisar antara 2-3 amper (A). Pamakaian alat ini tergantung panjang gel dan jumlah sampel (gambar 3.). Tidak terdapat fluktuasi

tegangan. Hal ini menandakan performa rangkaian cukup stabil. Kelebihan dari *power supply* elektroforesis mandiri ini antara lain; pertama, Biaya pembuatan yang jauh lebih murah dibandingkan produk komersial. Kedua, Mudah dirakit dan diperbaiki. Terakhir, Portabel dan hemat energi. Namun, terdapat pula

beberapa kekurangan, seperti, pertama, Belum adanya sistem proteksi otomatis berbasis software. Kedua, Pengaturan tegangan masih manual, meskipun sudah digital. Terakhir, Tidak memiliki sistem pendinginan aktif sehingga digunakan secara terbatas dalam waktu lama.



3A.



3B.

Gambar 3. *Power Supply* elektroforesis (60-150 volt, 2-3 A) hasil rancang bangun. *Power supply* menunjukkan 140 volt DC (3A) dan 65 volt DC (3B).

KESIMPULAN

Power supply elektroforesis gel telah dirancang bangun dari *power supply* 220 volt AC, 2-3 amper. Alat ini potensial dapat menggantikan perangkat komersial dengan biaya tinggi. Berdasarkan hasil rancang bangun yang telah dilakukan, perangkat *power supply* mandiri berhasil memberikan kisaran 60–150 volt DC. Di sini, variasi tegangan

tergantung jenis gel dan sampel yang digunakan. Akses komponen yang mudah diperoleh menjadikan perangkat ini tidak hanya *low cost*, tetapi juga fleksibel dan mudah dirakit ulang. Dengan pendekatan ini, laboratorium skala kecil, sekolah, atau institusi penelitian dapat lebih mandiri dalam menyediakan perangkat pendukung eksperimen biologi molekuler.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaij C, and Borst, P., (1972), The gel electrophoresis of DNA, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)* 269 (2): 192–200, doi:10.1016/0005-2787(72)90426-1
- Green M. R. and Sambrook, J., (2019), Analysis of DNA by Agarose Gel Electrophoresis, *Cold Spring Harb Protoc*; doi:10.1101/pdb.top100388.
- Harahap, M. R., (2018), Elektroforesis: Analisis Elektronika Terhadap Biokimia Genetik, *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, DOI: 10.22373/crc.v2i1.3248
<https://www-excedr-com.translate.goog/resources/dna-gel-electrophoresis-fundamentals? x tr sl=en& x tr tl =id& x tr hl=id& x tr pto=imgs#>, diakses tanggal 13 Juli 2025.
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>; diakses tanggal 13 Juli
- <https://www.ebi.ac.uk/>; diakses tanggal 13 Juli
- <https://www.ddbj.nig.ac.jp/index-e.html>; diakses tanggal 13 Juli
- Indrawan, M., dan Suyatna, A., (2018), Rancang bangun catu daya DC variabel untuk elektroforesis berbasis arduino. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 6(2), 85–91. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.6.2.85-91>
- Jeffers, J. S., (2017), *Frederick Sanger Two-Time Nobel Laureate in Chemistry*. Springer International. ISBN 978-3-319-54707-7.
- Jha, R., and Prasad, K. (2013), Agarose gel electrophoresis for the separation of DNA fragments. *Journal of Analytical Science and Technology*, 4(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/2194-4374-4-13>
- Kim, H., & Lee, Y. (2020), Design of high-efficiency DC power supply for embedded systems. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 35(9), 9552–9563. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2020.2966782>
- Shampo, M. A., and Kyle, R. A., (2002), Kary B. Mullis – Nobel Laureate for procedure to replicate DNA, *Mayo Clinic Proceedings*. 77 (7): 606. doi:10.4065/77.7.606
- Stellwagen, N. C. (2009), Electrophoresis of DNA in agarose gels, polyacrylamide gels and in free solution, *Electrophoresis*, 30(1), 188–195. <https://doi.org/10.1002/elps.200800367>
- Susilo, T. B., Elma, T., Soesanto, O., Susanti, D. S., Sutomo, Badruzsaufari, Fahrudin, A. E., Hidayat, Y., dan Savalas, L. R. T., (2024a)., Perakitan Mandiri PCR Sederhana Untuk Pembelajaran Amplifikasi DNA In Vitro, *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)* Vol. 3, No. 3 Februari 2024, Hal. 658-664 DOI: <https://doi.org/10.20527/ilung.v3i3>, E-ISSN 2798-0065 658.
- Susilo, T. B., Soesanto, O., Wahjono, S. C., Manik, T. N., Susanti, D. S., Dares, G. B., Thresye, Krisdianto, dan Hidayat, Y., (2023c), Epistemologi Teknologi PCR Bagi Millinéal Post Covid-19 Di Minggu Raya, *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)* Vol. 3, No. 2 November 2023, Hal. 247-262 DOI: <https://doi.org/10.20527/ilung.v3i2>.

Susilo, T. B., Soesanto, O., Wahjono, S. C., Susanti, D. S., Krisdianto, Fahrudin, A. E., Suhartono, Eko Soendjoto, M. Ar., dan Hidayat, Y., (2024b), Penyuluhan Asal Mula Teknologi Polymerase Chain Reaction Bagi Komunitas Minggu

Raya (Bagian 2), *Jurnal Pengabdian Ilung* (Inovasi Lahan Basah Unggul) Vol. 3, No. 3 Februari 2024, Hal. 504-515 DOI: <https://doi.org/10.20527/ilung.v3i3>, E-ISSN 2798-0065 504.