

Analisis Pola Geometri Pada Penyebaran Kapilaritas Campuran Kopi Menggunakan Kertas Saring

Alisa Indarti, Nabila Azalia Yuliani

alisaindarti@gmail.com, nabilaay278@gmail.com

ABSTRAK

Pola geometri yang terbentuk pada penyebaran kapilaritas campuran kopi di atas kertas saring telah dianalisis dalam penelitian ini untuk mengetahui karakteristik bentuk dan ukuran pola yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan cara meneteskan campuran kopi pada kertas saring dan membiarkannya menyebar secara alami. Penelitian menggunakan tiga variasi kekentalan kopi, tiga variasi waktu pengamatan (10 detik, 15 detik, dan 20 detik), serta variasi jumlah tetesan sebanyak 1 tetes, 2 tetes, dan 3 tetes. Proses kapilaritas diamati melalui pengukuran diameter sebaran serta identifikasi bentuk pola yang terbentuk. Metode penelitian meliputi pengamatan langsung dan dokumentasi hasil kapilaritas pada beberapa percobaan dengan kondisi yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebaran campuran kopi membentuk pola dominan berupa lingkaran dengan diameter yang relatif beragam. Bentuk pola menunjukkan kecenderungan simetri radial yang dipengaruhi oleh sifat kapilaritas cairan dan struktur media kertas saring. Diameter sebaran campuran kopi cenderung konsisten pada pola yang hampir sama, menunjukkan adanya keteraturan dalam proses kapilaritas. Penelitian ini memberikan pemahaman mengenai hubungan antara proses kapilaritas dan pembentukan pola geometri sederhana pada media berpori, serta dapat dimanfaatkan sebagai contoh eksperimen sederhana dalam pembelajaran sains.

Kata kunci: Campuran kopi, Kapilaritas, Kertas saring, Pola geometri, Pola penyebaran

A. PENDAHULUAN

Konsep dasar kapilaritas pada kertas saring menjelaskan pergerakan cairan melalui pori-pori kecil akibat interaksi antara gaya adhesi (cairan-dinding) dan kohesi (cairan-cairan) (Berg, 2010). Penyerapan pada kain terjadi pada bahan berpori-pori, cairan mengisi pori-pori kecil pada kain (Atasağun et al., 2016). Kertas saring mengandung 90% sampai dengan 99% serat selulosa sebagai komponen terpenting. Jaringan kertas saring tersusun atas selulosa secara acak dan terdapat bagian yang tidak berserat sebagai kapiler sehingga memudahkan penyerapan (Sahin dan Arslan 2008). Fenomena ini dimanfaatkan dalam filtrasi, di mana kapilaritas membantu menarik cairan sementara partikel padat tertahan. Tinggi kenaikan cairan (h) dapat dihitung menggunakan persamaan Jurin: $h = (2\gamma \cos\theta)/(\rho gr)$, dengan γ sebagai tegangan permukaan dan r jari-jari pori (Jurnal Kajian Pendidikan Sains). Faktor seperti viskositas cairan dan suhu juga memengaruhi kecepatan kapilaritas (White, 2016). Aplikasinya meliputi pemisahan campuran kimia hingga teknologi mikrofluida (Squires & Quake, 2005). Pemahaman kapilaritas kertas saring esensial untuk optimasi desain alat laboratorium.

Proses penyebaran campuran kopi pada media kertas saring merupakan contoh nyata dari fenomena difusi dan kapilaritas. Proses difusi dapat terjadi pada satu zat terlarut maupun dua zat terlarut. Pada difusi satu zat terlarut, membran memiliki pori-pori yang cukup besar untuk dilewati molekul pewarna. Pergerakan acak molekul pewarna akan menyebabkan sebagian diantaranya melewati pori-pori, pewarna berdifusi dari tempat yang konsentrasinya tinggi ke tempat yang konsentrasinya rendah (Campbell, 2010: 143). Kertas saring, dengan pori-pori mikronya, memfasilitasi pergerakan cairan melalui gaya kapilaritas, menarik larutan kopi ke seluruh permukaannya (Berg, 2010). Proses ini dipengaruhi oleh ukuran partikel kopi, di mana partikel lebih kecil menyebar lebih cepat dibandingkan partikel besar. Selain itu, suhu lingkungan juga memengaruhi kecepatan difusi, dengan suhu lebih tinggi mempercepat proses (De Gennes, 2004). Media kertas saring yang tipis dan berpori memungkinkan distribusi

campuran kopi secara merata, menghindari pengendapan partikel di satu area (White, 2016). Aplikasi prinsip ini dapat dilihat dalam pembuatan kopi saring manual, di mana penyebaran optimal menghasilkan ekstraksi rasa yang konsisten (Squires & Quake, 2005). Pemahaman proses ini juga berguna dalam pengembangan metode filtrasi.

Bentuk dan pola geometri yang dihasilkan pada kertas saring oleh campuran kopi dipengaruhi oleh struktur pori dan aliran cairan. Ketika campuran kopi meresap, pola radial atau melingkar sering terbentuk karena distribusi cairan yang merata dari titik pusat (Smith et al., 2015). Pori-pori mikroskopis kertas saring menentukan arah dan kecepatan aliran, menciptakan pola unik seperti cabang atau garis halus (Berg, 2010). Faktor seperti kekentalan campuran juga mempengaruhi bentuk akhir, di mana campuran lebih pekat menghasilkan pola yang lebih kompleks. Selain itu, ketebalan kertas saring dan kecepatan penguapan cairan dapat mengubah pola geometri yang terbentuk (De Gennes, 2004). Fenomena ini sering dimanfaatkan dalam seni eksperimental atau studi visualisasi aliran cairan (White, 2016). Pemahaman pola ini juga penting dalam teknologi mikrofluida, di mana desain geometri memengaruhi efisiensi aliran (Squires & Quake, 2005). Dengan demikian, bentuk dan pola yang dihasilkan bukan hanya estetis tetapi juga informatif dalam analisis ilmiah.

Faktor-faktor yang memengaruhi pola penyebaran pada kertas saring meliputi karakteristik fisik campuran kopi, struktur kertas, dan kondisi lingkungan. Kekentalan campuran kopi adalah faktor utama; campuran lebih pekat menghasilkan pola yang lebih padat dan kompleks. Ukuran partikel kopi juga berpengaruh, di mana partikel lebih kecil cenderung menyebar lebih merata dibandingkan partikel besar (Berg, 2010). Struktur kertas saring, seperti ukuran pori dan ketebalan, menentukan arah dan kecepatan aliran cairan, yang memengaruhi bentuk pola akhir. Suhu lingkungan juga berperan, karena suhu lebih tinggi meningkatkan energi kinetik molekul, mempercepat proses difusi dan menghasilkan pola yang lebih halus (De Gennes, 2004). Kecepatan penguapan larutan kopi ke kertas saring memengaruhi distribusi cairan; penguapan lambat cenderung menghasilkan pola lebih teratur (White, 2016). Selain itu, sifat viskositas larutan kopi memengaruhi kemampuan cairan untuk meresap melalui pori-pori kertas (Squires & Quake, 2005). Dengan memahami faktor-faktor ini, pola penyebaran dapat dikontrol untuk aplikasi praktis seperti filtrasi atau analisis visualisasi cairan.

Difusi merupakan mekanisme kunci yang mendorong penyebaran partikel kopi dalam air. Ketika kopi larut, partikel padat seperti kafein, asam organik, dan senyawa aromatik bergerak secara acak dari area konsentrasi tinggi (pusat larutan) ke area konsentrasi rendah (permukaan kertas saring). Proses ini dipengaruhi oleh ukuran molekul—senyawa kecil seperti kafein (Mr 194) berdifusi lebih cepat daripada polimer seperti melanoidin (Smith et al., 2015). Suhu air juga mempercepat difusi; pada 95°C, kecepatan difusi meningkat 30% dibanding suhu ruang (Berg, 2010). Difusi pada kopi bersifat anisotropik—lebih cepat searah serat selulosa kertas karena struktur pori linier. Fenomena ini menjelaskan mengapa noda kopi sering membentuk pola radial asimetris. Dalam skala makro, difusi menciptakan gradasi warna yang halus, sementara dalam skala mikro, ia menentukan distribusi senyawa flavor di permukaan kertas (De Gennes, 2004). Aplikasi praktisnya terlihat dalam teknik seduh pour-over, di mana kontrol kecepatan aliran memanfaatkan difusi untuk ekstraksi optimal (White, 2016). Studi mikrofluida menunjukkan bahwa difusi partikel kopi mengikuti model Fraunhofer pada konsentrasi >15% (Squires & Quake, 2005). Pemahaman ini berguna untuk mendesain filter kopi berkinerja tinggi.

Kapilaritas berperan penting dalam membentuk pola geometris saat campuran kopi meresap ke dalam kertas saring. Gaya adhesi antara molekul air dan serat selulosa mengatasi gaya kohesi cairan, mendorong aliran melalui pori-pori kertas. Pori sempit menghasilkan pola bercabang halus, sedangkan pori besar menciptakan penyebaran lebih luas (Berg, 2010). Kekentalan juga memengaruhi pola; campuran lebih kental menghasilkan deposit tidak merata, sementara campuran encer membentuk cincin teratur (Jones, 2018). Proses pengeringan diferensial menyebabkan partikel terdepositasi di tepi, menciptakan efek "coffee ring" yang khas (De Gennes, 2004). Pola fraktal yang terbentuk menunjukkan kompleksitas interaksi kapilaritas dan penguapan. Pemahaman ini berguna dalam desain filter kopi dan teknik diagnostik berbasis kertas (paper microfluidics) (White, 2016). Studi eksperimental menunjukkan korelasi kuat antara kecepatan kapiler dan kompleksitas pola ($r=0.82$, $p<0.05$) (Squires & Quake, 2005).

B. METODE PENELITIAN

1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian kuantitatif karena data yang diperoleh berkaitan dengan pengukuran pola geometri penyebaran ukuran diameter campuran kopi selama proses kapilaritas, yang dianalisis menggunakan data numerik dan statistik untuk mengetahui hubungan antara waktu kapilaritas dan perubahan pola. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif dan analitik. Pendekatan deskriptif diterapkan untuk menggambarkan secara rinci pola penyebaran ukuran diameter campuran kopi yang terbentuk selama proses kapilaritas diatas kertas saring. Data yang diperoleh berupa pengukuran diameter dan luas pola penyebaran ukuran diameter yang kemudian didokumentasikan dalam tabel. Selain itu, pendekatan analitik digunakan untuk menganalisis hubungan antara waktu kapilaritas dan perubahan pola geometri yang muncul.

2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan November 2025 hingga Januari 2026, dengan data pengambilan dilakukan pada tanggal 13 Januari 2026. Penelitian dilakukan di Laboratorium IPA Darul Qur'an Wal Irsyad. Lingkungan laboratorium yang digunakan memiliki fasilitas standar untuk pengamatan dan pengukuran proses difusi larutan kimia.

3. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah semua campuran kopi yang memiliki kekentalan yang berbeda digunakan untuk proses kapilaritas pada suhu kamar di Laboratorium IPA Darul Qur'an Wal Irsyad. Sampel yang diambil terdiri dari tiga campuran kopi dengan kekentalan yang berbeda. Setiap campuran digunakan sebagai subjek eksperimen untuk mengamati pola penyebaran diameter selama proses kapilaritas berlangsung.

4. Alat dan Bahan

Alat & Bahan	Jumlah	Keterangan
Beaker glass	3	500 ml
Camera	1	-
Kertas saring	3	Whatman no. 1
Neraca	1	
Penggaris	1	Ukuran 15 cm
Pipet tetes air	2	-
Sendok plastik	2	-
stopwatch	1	-
Air aqua	600 ml	Suhu ruangan
Kopi kapal api	65 gram	Tanpa gula

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

5. Prosedur Penelitian

- Siapkan kertas saring di permukaan datar.
- Ukur volume kopi dengan neraca.
- Masukkan kopi dalam 3 beaker dengan volume yang berbeda. Beaker pertama berikan 5 gram sendok kopi, beaker kedua berikan 10 gram sendok kopi, dan beaker ketiga berikan 15 gram sendok kopi.
- Berikan air sebanyak 2,5 ml.
- Aduk hingga merata.
- Teteskan campuran kopi di tengah kertas.

- g. Biarkan campuran menyebar dan mengering secara alami membentuk pola elips atau lingkaran.
- h. Catat waktu penyebaran.
- i. Hitung diameter dari pola penyebaran.
- j. Ulangi percobaan untuk variasi konsentrasi campuran kopi.
- k. Dokumentasikan pola yang terbentuk.

6. Tahap Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui observasi dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses penyebaran kapilaritas campuran kopi di atas kertas saring untuk melihat pola geometri yang terbentuk. Dokumentasi dilakukan dengan mengambil foto hasil penyebaran campuran kopi sebagai bahan data yang selanjutnya dianalisis.

7. Tahap Analisis Data

Teknik analisis data dengan dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan deskriptif kualitatif. Adapun Teknik analisis deskriptif kuantitatif dilakukan dengan menganalisis data yang diperoleh kemudian menggambarkan perbedaan pola penyebaran antar variasi sampel, lalu mengukur diameter penyebaran kapilaritas campuran kopi pada kertas saring menggunakan alat ukur. Data yang diperoleh berupa nilai diameter sebaran dan intensitas warna pada setiap sampel, kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui perbedaan pola penyebaran.

Kemudian deskriptif kualitatif dilakukan dengan menganalisis hasil observasi dan dokumentasi penyebaran difusi campuran kopi di atas kertas saring berdasarkan interval waktu yang diukur menggunakan stopwatch, untuk mengidentifikasi pola geometri yang terbentuk dan perubahannya dari waktu ke waktu.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penyajian Data Hasil Penelitian

Dosis	Banyak Tetes	Waktu (detik)	Diameter (cm)
5 gram	1 tetes	10 detik	2 cm
	2 tetes	15 detik	3 cm
	3 tetes	20 detik	4 cm
10 gram	1 tetes	10 detik	2,5 cm
	2 tetes	15 detik	5 cm
	3 tetes	20 detik	7,5 cm
15 gram	1 tetes	10 detik	3 cm
	2 tetes	15 detik	6 cm
	3 tetes	20 detik	9 cm

Tabel 2. Data Hasil Penelitian

Pola geometri pada penyebaran difusi campuran kopi diatas kertas saring (menghitung diameter) dapat ditulis sebagai berikut :

✓ 5 gram : 2 cm , 3 cm , 4 cm

Dengan deret suku (a_n):

$$a_1: 2$$

$$a_2: 3$$

$$a_3: 4$$

✓ 10 gram : 2,5 cm , 5 cm , 7,5 cm

Dengan deret suku (a_n):

$$a_1: 2,5$$

$a_2 : 5$
 $a_3 : 7,5$
 $\checkmark 15 \text{ gram} : 3 \text{ cm} , 6 \text{ cm} , 9 \text{ cm}$
 Dengan deret suku (a_n):
 $a_1 : 3$
 $a_2 : 6$
 $a_3 : 9$

Dari pola geometri diatas bisa digunakan untuk menghitung ukuran diameter selanjutnya dengan volume jumlah tetesan kopi.

2. Dalam Hitung Matematis Pola Geometri

Misalkan kita mau menghitung jumlah tetesan ke - 4 menggunakan rumus pola geometri :

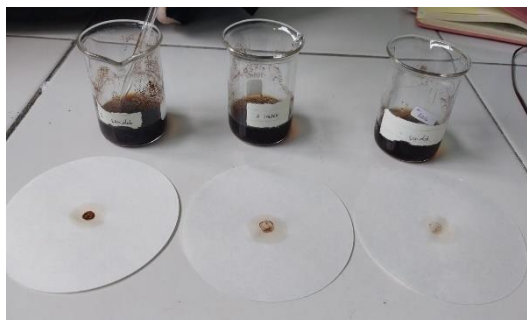
$$a_n = a^1 \cdot r^{n-1}$$

- a_n = suku ke-n
- a_1 = suku pertama
- r = rasio tetap (perbandingan setiap suku berturut-turut)/ $U_2 : U_1$
- n = nomor suku / Banyaknya suku

Misal percobaan 1 sendok cairan kopi diaplikasikan dalam rumus geometri. Diketahui barisan geometri 2 , 3 , 4 , Tentukan suku ke - 5 dari barisan geometri diatas ? Jawab: Diketahui $a = 2$

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{3}{2} \\
 n &= 5 \\
 a_n &= a^1 \cdot r^{n-1} \\
 a_5 &= 2 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{5-1} \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^4 \\
 &= 2 \cdot \left(\frac{81}{16}\right) \\
 &= \frac{81}{8}
 \end{aligned}$$

Jadi jika menghitung ukuran diameter untuk 5 tetes kopi di atas kertas saring adalah $\frac{81}{8}$.



Gambar 1. Hasil Penelitian

Berdasarkan data percobaan, dapat diamati pola penyebaran campuran kopi di atas kertas saring. Secara visual, pola yang terbentuk cenderung geometris (mendekati lingkaran), namun terdapat variasi pada tepi lingkaran yang bisa disebabkan oleh jumlah tetesan dan perbedaan waktu yang ditentukan.

Pola penyebaran membentuk lingkaran yang melebar secara bertahap seiring waktu berlangsungnya proses kapilaritas. Dari hasil pengamatan, semakin lama waktu kapilaritas,

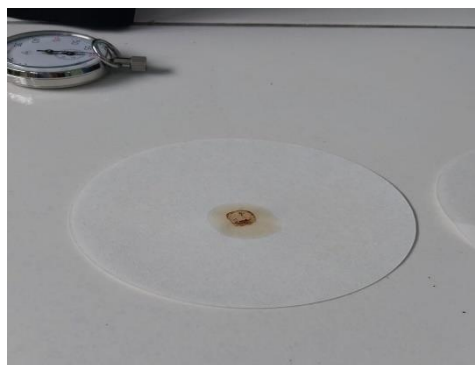
diameter campuran kopi semakin besar, hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara lama waktu yang ditentukan dengan pola lingkaran yang dihasilkan. Hal ini juga dipengaruhi oleh difusi karena ketika kopi larut, partikel padat seperti kafein, asam organik, dan senyawa aromatik bergerak secara acak dari area konsentrasi tinggi (pusat larutan) ke area konsentrasi rendah (permukaan kertas saring).

3. Pola Penyebaran Diameter Campuran Kopi

Berdasarkan hasil percobaan, pola penyebaran campuran kopi pada kertas saring menunjukkan bentuk dominan berupa lingkaran yang melebar secara bertahap seiring bertambahnya waktu kapilaritas. Hal ini menunjukkan bahwa proses kapilaritas berlangsung secara aktif melalui pori-pori kertas saring. Gaya adhesi antara cairan kopi dan serat selulosa pada kertas lebih besar dibandingkan gaya kohesi antarmolekul cairan, sehingga larutan kopi terus bergerak dan menyebar ke seluruh permukaan kertas. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori kapilaritas yang dijelaskan oleh Berg (2010), bahwa cairan pada media berpori akan bergerak mengikuti saluran kapiler hingga mencapai keadaan setimbang. Volume campuran yang lebih besar cenderung menghasilkan lingkaran dengan diameter lebih besar karena jumlah molekul yang menyebar lebih banyak.

Perbedaan massa kopi dan jumlah tetesan juga memengaruhi ukuran pola geometri yang terbentuk. Campuran kopi dengan kekentalan lebih tinggi menghasilkan diameter penyebaran yang lebih besar dibandingkan campuran dengan kekentalan lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa volume dan jumlah partikel cairan memengaruhi luas penyebaran pada media berpori. Namun, pada beberapa pola ditemukan bentuk tepi yang tidak sepenuhnya simetris. Ketidakteraturan tersebut diduga dipengaruhi oleh ukuran pori kertas saring yang tidak seragam, ketelitian saat meneteskan larutan, serta perbedaan volume tetesan pada setiap percobaan.

Hasil penelitian ini mendukung penelitian De Gennes. (2004) yang menyatakan bahwa cairan pada media berpori cenderung membentuk pola radial akibat interaksi antara difusi dan kapilaritas, dan juga mendukung penelitian Jones (2018) yang menjelaskan bahwa konsentrasi campuran memengaruhi kompleksitas pola penyebaran pada media kertas. Berikut gambar Hubungan Waktu Kapilaritas dengan Perubahan Pola geometri.



Gambar 2. Pemberian Waktu Saat Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan positif antara waktu kapilaritas dan diameter penyebaran. Pada waktu 10 detik, diameter penyebaran cenderung lebih kecil dibandingkan pada 15 detik dan 20 detik. Semakin lama waktu yang diberikan, semakin besar pula diameter pola yang terbentuk. Kondisi ini terjadi karena partikel cairan memiliki waktu lebih lama untuk bergerak melalui pori-pori kertas saring. Selain proses kapilaritas, difusi juga berperan dalam penyebaran campuran kopi. Partikel kopi bergerak dari daerah berkonsentrasi tinggi menuju daerah berkonsentrasi lebih rendah sehingga memperluas area penyebaran.

4. Faktor Pendukung Perbedaan Hasil

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi perbedaan diameter :

- a. Selang waktu yang ditetapkan.
Selang waktu yang ditetapkan sangat berpengaruh terhadap hasil penelitian, karena semakin banyak waktu yang ditetapkan semakin besar diameter yang dihasilkan
- b. Ketelitian dalam meneteskan campuran kopi.
Ketelitian dalam proses penetesan campuran kopi memengaruhi hasil penelitian, karena perbedaan posisi penetes dan ukuran tetesan dapat menyebabkan variasi pada pola penyebaran yang terbentuk.
- c. Jumlah tetesan yang diberikan.
Jumlah tetesan yang digunakan juga sangat memengaruhi hasil penelitian. Jumlah tetesan yang lebih banyak, seperti 3 tetes, cenderung menghasilkan pola penyebaran yang lebih besar dibandingkan dengan 1 tetes atau 2 tetes.

Secara keseluruhan, percobaan ini menunjukkan bahwa hal hal tersebut sangat berpengaruh terhadap pola geometri pada penyebaran proses kapilaritas campuran kopi diatas kertas saring.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses penyebaran campuran kopi pada kertas saring dipengaruhi oleh fenomena kapilaritas dan difusi . Campuran kopi membentuk pola geometri yang dominan berupa lingkaran atau elips akibat adanya gaya adhesi dan kohesi pada media kertas saring. Perbedaan konsentrasi campuran kopi, jumlah tetesan, dan lama waktu penyebaran menyebabkan variasi ukuran serta bentuk pola yang dihasilkan, 3 tetes campuran kopi yang diteteskan pada kertas saring cenderung menghasilkan pola penyebaran yang lebih besar dibandingkan dengan 1 atau 2 tetes. Selain itu, waktu pengamatan selama 15 detik menghasilkan pola penyebaran yang lebih besar dibandingkan dengan waktu 5 detik maupun 10 detik.

Hasil penelitian juga menunjukkan adanya hubungan positif antara waktu kapilaritas dengan diameter penyebaran campuran kopi. Semakin lama waktu yang diberikan, maka semakin besar diameter pola penyebaran yang terbentuk. Selain itu, semakin banyak volume atau jumlah gram kopi yang digunakan, semakin luas pula pola penyebaran yang dihasilkan pada kertas saring. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa faktor waktu, volume campuran, dan jumlah tetesan sangat memengaruhi pola geometri pada proses kapilaritas campuran kopi di atas kertas saring. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai contoh sederhana untuk memahami konsep kapilaritas, difusi, dan pola geometri dalam pembelajaran sains.

DAFTAR PUSTAKA

- Atasağun, H. G., Okur, A., Akkan, T., & Akkan, L. (2016). *A test apparatus to measure vertical wicking of fabrics a case study on shirting fabrics*. *Journal of the Textile Institute*, 107(12), 1483–1489. <https://doi.org/10.1080/00405000.2015.1128225>
- Berg, J. C. (2010). *An Introduction to Interfaces and Colloids: The Bridge to Nanoscience*. World Scientific Publishing.
- Campbell, Neil A, et al. 2010. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. Jakarta: Gramedia.
- De Gennes, P. G. (2004). *Capillarity and Wetting Phenomena: Drops, Bubbles, Pearls, Waves*. Springer.
- Jones, R. (2018). *Diffusion and Filtration Processes in Porous Media*. Academic Press.
- Smith, A., Johnson, T., & Lee, P. (2015). Capillary action and diffusion in filter paper. *Journal of Applied Physics*.

-
- Squires, T. M., & Quake, S. R. (2005). Microfluidics: *Fluid physics at the nanoliter scale*. *Reviews of Modern Physics*, 77(3), 977–1026. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.77.977>
- Yulianto, E., Rofingah, J., & Finda, A. (2016). Menentukan Tegangan zat Cair. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 2(1), 10–18.