

PENERAPAN PROGRAM DINAMIS DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK DARI UNMED MENUJU PERPUSTAKAAN DAERAH PROVINSI SUMATERA UTARA

Nerli Khairani¹, Christina N Simanjuntak², Natalia Anggriani Simanjuntak³, Nayla Yasyra Kanaya⁴, Tri Annisya Aini Nasution⁵

Universitas Negeri Medan^{1,2,3,4,5}

nerlinst@yahoo.co.id¹, christina.4222530008@mhs.unimed.ac.id²,
nataliaas.4223230041@mhs.unimed.ac.id³, nayla.yasyra28@gmail.com⁴,
triannisyaaainst@gmail.com⁵

ABSTRAK

Pada umumnya di kota-kota besar terdapat banyak jalur dan persimpangan dan hal tersebut tentunya membuat seseorang mengalami kesulitan dalam menentukan rute yang optimum. Permasalahan antara waktu tempuh dan jarak dari lokasi asal menuju ke lokasi tujuan juga dapat mempengaruhi biaya yang akan dikeluarkan. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, dilakukan penelitian terapan menggunakan metode program dinamik dengan tujuan untuk menentukan rute dengan jarak terpendek yang dapat dilalui. Penyelesaian masalah ini berfokus pada penentuan rute perjalanan terpendek dari Universitas Negeri Medan (Titik A) menuju Perpustakaan Daerah Provinsi Sumatera Utara (Titik V) dengan menggunakan metode program dinamis melalui pendekatan *forward recursive equation*. Permasalahan ini dimodelkan sebagai optimasi rute, di mana setiap persimpangan dianggap sebagai state dan setiap ruas jalan diperlakukan sebagai keputusan yang memengaruhi total jarak tempuh. Analisis dilakukan melalui 11 tahap iterasi, dan pada setiap tahap hanya jalur dengan akumulasi jarak paling minimum yang dipertahankan untuk proses berikutnya. Melalui pendekatan tersebut diperoleh rute optimal $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow I \rightarrow L \rightarrow N \rightarrow P \rightarrow R \rightarrow T \rightarrow V$ dengan total jarak tempuh 6,98 km. Temuan ini dapat diterapkan dalam perencanaan perjalanan dan pengembangan sistem navigasi yang berorientasi pada jarak minimum.

Kata Kunci: Program Dinamis, Rute Terpendek, Persamaan Rekursif Maju.

ABSTRACT

In large cities, the presence of numerous routes and intersections often makes it difficult for individuals to determine an optimal travel path. Factors such as travel time and distance between the origin and destination also influence the overall cost incurred during the journey. To address this issue, this study applies the dynamic programming method to determine the shortest possible route. The problem is formulated as a route optimization model, where each

intersection is treated as a state and each road segment represents a decision affecting the total travel distance. Using a forward recursive equation approach, the shortest route from Universitas Negeri Medan (Point A) to the North Sumatra Provincial Library (Point V) is determined. The analysis is conducted through 11 iterative stages, in which only the paths with the minimum accumulated distance are retained for subsequent computations. The optimal route obtained is $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow I \rightarrow L \rightarrow N \rightarrow P \rightarrow R \rightarrow T \rightarrow V$ with a total travel distance of 6.98 km. These findings can be applied to travel planning and the development of navigation systems oriented toward minimizing travel distance.

Keywords: *Dynamic Programming, Shortest Path, Forward Recursive Equation.*

A. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan meningkatnya mobilitas masyarakat menjadikan efisiensi perjalanan sebagai kebutuhan penting. Penentuan rute terpendek menjadi salah satu persoalan klasik dalam optimasi dan teori graf, dengan aplikasi luas pada transportasi, logistik, distribusi, serta sistem navigasi digital. Kenaikan harga bahan bakar juga mendorong pentingnya pemilihan rute yang lebih hemat jarak dan waktu tempuh (Zein et al., 2022). Kota Medan, dengan banyaknya jalur alternatif dan kondisi jalan yang bervariasi, menuntut metode analitis untuk menentukan rute paling efisien, khususnya pada perjalanan dari UNIMED ke Perpustakaan Daerah Sumatera Utara.

Pemrograman dinamis, yang diperkenalkan oleh Richard Bellman pada tahun 1950, merupakan metode penyelesaian masalah optimasi bertahap dengan memecah persoalan besar menjadi submasalah lebih kecil. Pendekatan ini dapat dilakukan secara rekursif maju atau mundur (Yunus & Martha, 2020) dan umumnya didokumentasikan melalui tabel untuk memudahkan analisis (Jumadi, 2021). Metode ini telah terbukti fleksibel dan banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti alokasi, knapsack, capital budgeting, persediaan, hingga penentuan jalur terpendek (Zein et al., 2022).

Dalam pemrograman dinamis, setiap keputusan pada satu tahap terkait dengan tahap berikutnya sehingga membentuk rangkaian keputusan optimal. Representasi graf digunakan untuk memodelkan lokasi sebagai simpul dan jarak antar lokasi sebagai sisi berbobot (Elsa et al., 2023). Dalam penyelesaian persoalan, program dinamis memiliki dua jenis pendekatan:

1. Program dinamis maju, yaitu bergerak maju mulai dari tahap 1, terus maju ke tahap 2, 3, dan seterusnya sampai tahap n . Runtunan peubah keputusan adalah $x_1, x_2, \dots, x_n$.

- a. Ongkos pada tahap $k + 1 = (\text{ongkos yang dihasilkan pada tahap } k) + (\text{ongkos dari tahap } k \text{ ke tahap } k + 1)$
- b. $k = 1, 2, \dots, n - 1$
2. Program dinamis mundur, yaitu bergerak mundur mulai tahap n , terus mundur ke tahap $n - 1$, $n - 2$, dan seterusnya sampai tahap 1. Runtunan peubah keputusan adalah $x_n, x_{n-1}, \dots, x_1$ (Thariq, 2020).
 - a. Ongkos pada tahap $k = (\text{ongkos yang dihasilkan pada tahap } k + 1) + (\text{ongkos dari tahap } k + 1 \text{ ke tahap } k)$
 - b. $k = n, n - 1, \dots, 1$

Terdapat dua jenis program dinamis ditinjau dari data pada persoalannya, yaitu:

1. Pemrograman dinamis deterministik, adalah pendekatan di mana keadaan (*state*) berikutnya sepenuhnya ditentukan oleh keadaan dan keputusan saat ini (tanpa unsur probabilitas). Dalam kata lain, tidak ada ketidakpastian dalam transisi: jika kita berada di *state* i dan mengambil keputusan a , maka kita pasti akan beralih ke *state* j yang telah ditentukan (Utama et al., 2020).
2. Pemrograman dinamis probabilistik, adalah pendekatan pemrograman dinamis di mana transisi antar keadaan (*state*) tidak pasti, melainkan ditentukan oleh suatu distribusi probabilitas yang bergantung pada *state* saat ini dan keputusan yang diambil. Dengan kata lain, ketika Anda berada di *state* i dan mengambil keputusan a , maka *next state* j tidak pasti melainkan muncul dengan probabilitas tertentu (Rachma, 2020).

Penyelesaian rute terpendek menggunakan DP dilakukan dengan memandang setiap lokasi sebagai *state*, dan bobot antar *node* sebagai ongkos perpindahan. Relasi rekursif seperti $f(k) = \min\{f(i) + c(i, k)\}$ memungkinkan perhitungan jarak minimum secara sistematis (Agnezia, 2022). Kombinasi teori graf dan pemrograman dinamis memberikan kerangka matematis yang kuat untuk menentukan rute optimal secara efisien, serta telah banyak diterapkan dalam penelitian optimasi rute (Zein et al., 2022).

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan yang bertujuan untuk menentukan rute perjalanan terpendek dari Universitas Negeri Medan (Titik A) menuju Perpustakaan Daerah

Provinsi Sumatera Utara (Titik V). Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa jarak antar titik pada jaringan jalan yang diperoleh melalui Google Maps. Setiap titik atau persimpangan direpresentasikan sebagai state dalam graf, sementara ruas jalan di antara titik-titik tersebut dianggap sebagai keputusan yang memiliki bobot berupa jarak tempuh dalam kilometer. Representasi graf ini diperlukan agar proses analisis menggunakan program dinamis dapat dilakukan secara sistematis.

Metode utama yang digunakan adalah program dinamis dengan pendekatan *forward recursive equation*. Metode ini bekerja dengan memecah permasalahan penentuan rute menjadi serangkaian sub-masalah yang lebih kecil dan saling berurutan, di mana setiap keputusan yang diambil pada satu state akan memengaruhi keputusan berikutnya hingga mencapai tujuan. Dalam proses komputasinya, setiap kemungkinan jalur yang dapat ditempuh dari titik awal dihitung total jaraknya, kemudian dibandingkan untuk menentukan jalur dengan akumulasi jarak minimum. Hanya rute dengan nilai minimum yang dipertahankan untuk iterasi tahap berikutnya sehingga proses perhitungan berlangsung lebih efisien.

Prosedur perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan rekursif maju, yaitu

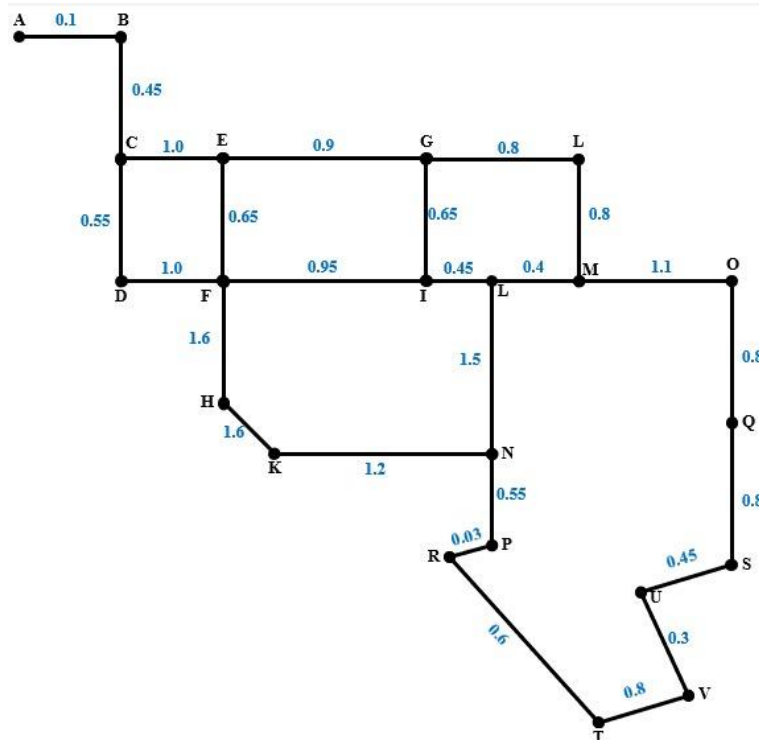
$$F(i) = \min\{d(i, j) + F(j)\}$$

Dimana $F(i)$ adalah total jarak minimum dari state $ke - i$ menuju tujuan, dan $d(i, j)$ adalah jarak antara state $ke - i$ dan state $ke - j$. Setiap tahap iterasi menghasilkan nilai jarak minimum baru yang kemudian digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pada tahap selanjutnya.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan untuk menentukan rute perjalanan terpendek dari Universitas Negeri Medan menuju Perpustakaan Daerah Provinsi Sumatera Utara. Analisis dilakukan dengan menerapkan model program dinamis maju (*forward recursive equation*). Program dinamis yang bergerak mulai pada tahap 1, lalu maju ke tahap 2, 3 dan seterusnya hingga tahap n . Urutan peubah keputusan adalah $x_1, x_2, \dots, x_n$. Hakikat optimalisasi pada program dinamis maju adalah biaya tahap $k + 1 = (\text{biaya yang didapatkan pada tahap } k) + (\text{biaya dari tahap } k + 1)$, dimana $k = 1, 2, \dots, n - 1$.

Sebagai dasar visualisasi dari permasalahan ini, **gambar** berikut menggambarkan peta rute perjalanan yang diteliti, yang menjadi kerangka spasial bagi seluruh proses optimasi.



Gambar 1. Rute Perjalanan dari Universitas Negeri Medan ke Perpustakaan Daerah Provinsi Sumatera Utara

Untuk mempermudah proses komputasi dan memastikan konsistensi dalam perhitungan, seluruh titik persimpangan dan lokasi strategis sepanjang rute diidentifikasi dan dikodekan. Representasi dari kode dan nama lokasi tersebut disajikan secara rinci pada **tabel berikut**, yang berfungsi sebagai kunci interpretasi untuk setiap tahapan iterasi dalam algoritma program dinamis.

Tabel 1. Daftar Kode dan Nama Lokasi pada Rute Perjalanan

Titik Lokasi	Nama Lokasi
A	Universitas Negeri Medan
B	Jl. William Iskandar Ps. V
C	Simpang Jl. William Iskandar Ps. V – Jl. Selamat Ketaren
D	Simpang Jl. William Iskandar Ps. V – Jl. William Iskandar (Jl. Pancing)
E	Simpang Jl. William Iskandar Ps. V – Jl. Mandala By Pass / Simpang Jl. Letda Sujono – Jl. Mandala By Pass
F	Simpang Jl. William Iskandar (Jl. Pancing) – Jl. Aksara / Simpang Jl. Prof H. M. Yamin – Jl. Aksara

G	Simpang Jl. Mandala By Pass – Jl. Pukat VIII
H	Simpang Jl. Prof H. M. Yamin – Jl. G. B. Joshua
I	Simpang Jl. Aksara – Jl. Wahidin/ Simpang Jl. Pukat VIII – Jl. Wahidin
J	Simpang Jl. Mandala By Pass – Jl. Denai
K	Simpang Jl. Prof H. M. Yamin – Jl. M. H Thamrin
L	Simpang Jl. Arief Rahman Hakim – Jl. Asia
M	Simpang Jl. Denai – Jl. Arief Rahman Hakim
N	Simpang Jl. Asia – Jl. M. H. Thamrin
O	Simpang Jl. Arief Rahman Hakim – Jl. Megawati (Jl. Halat)
P	Simpang Jl. Asia – Jl. Sutomo
Q	Simpang Jl. Megawati (Jl. Halat) – Jl. Gedung Arca
R	Simpang Jl. Sutomo – Jl. Hj. Ani Idrus
S	Simpang Jl. Halat – Jl. Sisingamangaraja
T	Simpang Jl. Hj. Ani Idrus – Jl. Sisingamangaraja
U	Simpang Jl. Sisingamangaraja – Jl. Mesjid Raya
V	Perpustakaan Daerah Provinsi Sumatera Utara

Melalui pendekatan *forward recursive equation* yang akan digunakan diperoleh beberapa iterasi yang dimulai dengan *stage* (tahap) 1 hingga *stage* (tahap) 11. Untuk mempermudah perhitungan dibuatkan model matematis sebagai berikut:

$$Z = \min \sum_{i=1}^n x_i$$

Dengan Z adalah total jarak dan x_i adalah rute i . Setelah itu, proses selanjutnya dilakukan perhitungan dengan metode program dinamis dengan pendekatan *forward recursive equation* yang akan dijabarkan sebagai berikut.

Iterasi 1

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
A	B	B	0.1

Perhitungan dimulai dari titik awal A (Universitas Negeri Medan). Hanya terdapat satu pilihan keputusan, yaitu menuju titik B, dengan jarak tempuh sejauh 0.1 km. Ini menandakan inisialisasi proses dimana hanya ada satu jalur keluar dari titik asal.

Iterasi 2

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
B	C	C	0.55

Selanjutnya dari titik B, yang juga hanya memiliki satu tujuan wajib, yaitu titik C. Jarak kumulatif terpendek dari titik awal (A) hingga ke titik C menjadi 0.55 km, yang merupakan penjumlahan dari jarak A-B dan B-C.

Iterasi 3

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
C	D	D	1.1
C	E	-	1.55

Dari titik C, terdapat dua pilihan tujuan: D dan E. Perhitungan menunjukkan bahwa keputusan optimum adalah memilih jalur ke D, dengan jarak kumulatif 1.1 km, yang lebih pendek dibandingkan jika memilih jalur ke E (1.55 km). Jalur ke E pada tahap ini dieliminasi dari calon rute optimal.

Iterasi 4

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
D	F	F	2.1
E	G	G	2.45

Selanjutnya dari dua titik yang mungkin, yaitu D dan E. Dari D, keputusan optimum adalah F (jarak kumulatif 2.1 km), sementara dari E, keputusan optimum adalah G (jarak kumulatif 2.45 km). Kedua jalur ini tetap dipertimbangkan untuk tahap selanjutnya

Iterasi 5

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
F	H, I	I	2.78
G	I, J	J	3.25

Dari F, terdapat pilihan H dan I, dengan I terpilih sebagai keputusan optimum (2.78 km). Dari G, terdapat pilihan I dan J, dengan J terpilih sebagai keputusan optimum (3.25 km). Perhatikan bahwa titik I dapat dicapai dari dua jalur berbeda (dari F dan G), namun nilai jarak kumulatifnya dihitung dari jalur terbaik yang menuju ke sana.

Iterasi 6

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
H	K	K	5.3
I	L	L	3.5
J	M	M	4.05

Dari H, hanya ada satu pilihan ke K (5.3 km). Dari I, keputusan optimum adalah L (3.5 km). Dari J, keputusan optimum adalah M (4.05 km). Jarak kumulatif ke L (3.5 km) yang berasal dari jalur A-B-C-D-F-I-L terbukti lebih efisien daripada jalur lain menuju titik yang setara.

Iterasi 7

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
K, L	N	N	5
M	O	O	5.15

Titik N dapat dicapai dari K atau L. Perhitungan menentukan bahwa N adalah keputusan optimum dengan jarak kumulatif 5 km, yang berasal dari jalur terbaik sebelumnya (L). Sementara itu, dari M, satu-satunya pilihan adalah O (5.15 km).

Iterasi 8

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
N	P	P	5.55
O	Q	Q	5.95

Dari N, keputusan optimum adalah P (5.55 km), sedangkan dari O, keputusan optimum adalah Q (5.95 km).

Iterasi 9

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
P	R	R	5.58
Q	S	S	6.75

Dari P, keputusan optimum adalah R (5.58 km). Dari Q, satu-satunya pilihan adalah S (6.75 km). Selisih jarak kumulatif antara kedua jalur ini semakin melebar, mengindikasikan bahwa jalur R lebih promising.

Iterasi 10

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
R	T	T	6.18
S	U	U	7.2

Dari R, keputusan optimum adalah T (6.18 km). Dari S, satu-satunya pilihan adalah U (7.2 km). Jarak kumulatif jalur T sudah secara signifikan lebih unggul

Iterasi 11

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
T	V	V	6.98
U	V	-	7.5

pada **Iterasi 11**, dari T dan U, tujuan akhir V sama-sama dapat dicapai. Keputusan optimum yang menghasilkan jarak total minimum adalah dari T ke V, dengan total jarak akhir **6.98 km**. Jalur dari U ke V, dengan total 7.5 km, dieliminasi. Dengan menggunakan pendekatan *forward recursive equation*, diperoleh rute terpendek dari A ke V adalah:

$$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow I \rightarrow L \rightarrow N \rightarrow P \rightarrow R \rightarrow T \rightarrow V$$

Dengan total jarak 6.98 km.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan proses analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode program dinamis dengan pendekatan *forward recursive equation* berhasil mengidentifikasi rute terpendek dari Universitas Negeri Medan (Titik A) menuju Perpustakaan Daerah Provinsi Sumatera Utara (Titik V). Rute optimal yang diperoleh adalah $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow I \rightarrow L \rightarrow N \rightarrow P \rightarrow R \rightarrow T \rightarrow V$ dengan total jarak tempuh sejauh **6,98 km**.

Proses komputasi melalui 11 tahap iterasi secara konsisten menunjukkan seleksi bertahap terhadap setiap segmen jalan, dimana pada setiap titik keputusan, hanya jalur dengan akumulasi jarak minimum yang dipertahankan hingga tahap akhir. Hasil ini membuktikan efektivitas model program dinamis maju dalam menyelesaikan permasalahan penentuan rute optimal, serta memberikan solusi yang efisien dan terukur untuk kebutuhan perencanaan perjalanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnezia, S. V. (2022). *Penentuan rute terpendek dalam pengiriman pallet kayu menggunakan programa dinamis*. 7(2), 0–4.
- Elsa, A., Panjaitan, A. M., & Sipayung, T. N. (2023). *Penerapan Program Dinamik dalam Menentukan Jalur Perjalanan Optimum dengan Prosedur Backward Recursive Equation*. 05(02), 4217–4225.
- Harefa, A., Sirait, D. E., Voni, C., & Sinaga, R. (2022). *BARANG DAGANG MENGGUNAKAN PROGRAM DINAMIK CABANG PEMATANGSIANTAR ANALYSIS OF CONTROL AND OPTIMIZATION OF MERCHANDISE INVENTORY COSTS USING DETERMINISTIC DYNAMIC PROGRAMS AT PT . RAJAWALI NUSINDO*. 8(2), 372–383.

- Hidayat, N. F., Ferdinan, D. B., Rendy, S., Christian, E., & Pranatawijaya, V. H. (2024). *Penerapan Algoritma Dynamic Programming Dalam Penentuan Prioritas Pengerjaan Tugas Kuliah Mahasiswa Febrian*. 190–198.
- Ilham, M. A., Natha, T. C., Jannah, N. H., & Christian, E. (2024). *Memaksimalkan Pemanfaatan Ruang Kontainer dengan Pemrograman Dinamis : Pendekatan Berbasis Knapsack*.
- Jumadi. (2021). *PENENTUAN RUTE TERPENDEK MENUJU KAMPUS MENGGUNAKAN ALGORITMA DYNAMIC PROGRAMMING*. VIII(1), 214–225.
- Rachma, E. A. (2020). *Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Menggunakan Model Sistem Dinamik Di PT X*. 02(01), 36–42.
- Rizky, A. N. (2021). *Program Dinamik Pada Perencanaan Produksi Dan Pengendalian Persediaan*. 03(01), 14–18.
- Thariq, A. (2020). *PERBANDINGAN PENERAPAN ALGORITMA DYNAMIC PROGRAMMING DENGAN ALGORITMA GREEDY DALAM MENENTUKAN OPTIMASI POSISI PASAR*. 13(1), 690–696.
- Utama, D. M., Garside, A. K., & Pamungkas, H. (2020). *MODEL PROGRAM DINAMIS UNTUK LOT SIZE MULTI ITEM DENGAN KENDALA KAPASITAS GUDANG*. 14(1), 21–26.
- Yunus, H., & Martha, S. (2020). *METODE PROGRAM DINAMIS PADA PENYELESAIAN TRAVELING SALESMAN PROBLEM*. 04(3), 329–336.
- Zein, M. N., Wibowo, P., Hidayatullah, I., & Ramadhan, A. (2022). *Penerapan Program Dinamis Untuk Menentukan Jalur Yang Optimum Dalam Pengiriman Benih Ikan Ceps Aquarium*. 3(1), 34–39.