



Estimasi Nilai Proyek Bioteknologi dengan Metode *Learning Options* yang Dimodifikasi

Paiz Jalaludin¹, Krishna Prafidya Romantica²

^{1,2} Universitas Darunnajah

Email: paizjalaludin@darunnajah.ac.id

Abstract

The biotechnology industry has considerable opportunities after the Covid-19 pandemic, both in the world and in Indonesia. Therefore, there needs to be attention from various groups including academics and researchers from various disciplines. One aspect of the biotechnology industry that needs attention is the availability of methods to estimate the project. This research offers a modified learning options method, as a development of Guthrie's standard learning options method for estimating the value of biotechnology projects. The results of this study show that modified learning options methods can improve the accuracy of estimating the value of biotechnology projects.

Keywords: Biotechnology Projects, *Learning Options*, *Real Options Analysis*

Abstrak

Industri bioteknologi memiliki peluang yang cukup besar pasca pandemi Covid-19, baik di dunia maupun di Indonesia. Oleh karena itu, perlu adanya perhatian dari berbagai kalangan termasuk akademisi dan peneliti dari berbagai disiplin ilmu. Salah satu aspek industri bioteknologi yang perlu menjadi perhatian adalah ketersediaan metode untuk mengestimasi proyek tersebut. Penelitian ini menawarkan metode *learning options* yang dimodifikasi, sebagai pengembangan dari metode learning options standar versi Guthrie untuk mengestimasi nilai proyek bioteknologi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode learning options yang dimodifikasi dapat meningkatkan keakuratan estimasi nilai proyek bioteknologi.

Kata Kunci: *Learning Options*, Proyek Bioteknologi, *Real Options Analysis*

PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 yang terjadi beberapa tahun lalu telah memberikan dampak negatif bagi kebanyakan aspek perekonomian dunia. Akan tetapi, hal tersebut tampaknya berbanding terbalik dengan industri bioteknologi, dimana pandemi Covid-19 justru memberikan stimulus terhadap kemajuan industri tersebut. Pengembangan vaksin, penggunaan alat test yang massif, dan pengembangan anti virus telah menjadi penyebab masuknya aliran dana yang besar terhadap sektor bioteknologi dan memikat para investor untuk berinvestasi di sektor tersebut (Reilly, 2020).

Pada saat ini, Indonesia sendiri masih berada pada urutan terbawah dalam bidang pengembangan bioteknologi. Menurut (Biotechnology Innovation Scorecard, 2021) Indonesia menempati posisi ke-52 dari 54 negara dalam bidang tersebut. Meskipun demikian, Pemerintah Indonesia telah mulai menunjukkan perhatiannya untuk mengembangkan sektor bioteknologi agar tidak kehilangan kesempatan di masa yang akan datang sebagaimana dikatakan Menteri Kesehatan Budi Gunadi Sadikin yang dikutip dalam (Arlinta, 2022) saat mendampingi Presiden Joko Widodo pada acara peresmian pabrik biofarmasi PT Etana Biotechnologies Indonesia.

Dengan adanya peluang yang cukup menjanjikan, baik di tingkat dunia maupun di dalam negeri, industri bioteknologi sudah sepantasnya mendapatkan perhatian yang serius dari berbagai kalangan, termasuk akademisi dan peneliti dari berbagai disiplin ilmu. Salah satu aspek penting yang perlu menjadi perhatian terkait industri bioteknologi adalah pengembangan metode-metode yang digunakan untuk mengestimasi nilai proyek suatu perusahaan bioteknologi. Metode estimasi tersebut dapat dijadikan salah satu acuan oleh manajer perusahaan dalam pengambilan keputusan. Diantara metode yang banyak digunakan untuk

mengestimasi nilai proyek dalam dunia bisnis adalah metode traditional *discounted cash flows* (DCF) dan *real options analysis* (ROA).

Metode *discounted cash flows* (DCF) meskipun banyak digunakan, namun tidak dapat mengakomodir fleksibilitas yang terjadi pada suatu proyek. Terlebih lagi sangat tidak cocok jika metode DCF digunakan untuk mengestimasi nilai proyek bioteknologi yang memiliki risiko tinggi (Laras Kemala & Simatupang, 2020). Agar bisa mengakomodir fleksibilitas proyek maka metode yang tepat adalah *real options analysis* (ROA). Diantara jenis ROA yang bisa digunakan dan sangat cocok untuk mengestimasi nilai proyek bioteknologi adalah metode *learning options*.

TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengimplimentasikan metode *real options analysis* (ROA) untuk mengestimasi dan mengevaluasi nilai proyek bioteknologi. Metode *real options analysis* (ROA) memberikan keunggulan dibandingkan metode DCF dalam valuasi proyek bioteknologi terutama terkait ketidakpastian multistage telah dijelaskan oleh (Jurgen, 2020). Sementara itu, Menurut (Putri & Fujiwara, 2015), *real options analysis* (ROA) memberikan hasil yang baik untuk menangkap berbagai ketidakpastian skema komersialisasi *start-up* Biopark di Indonesia.

Diantara jenis *real options analysis* (ROA) adalah *learning options*. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh (Guthrie, 2011) dengan melakukan modifikasi terhadap model binomial standar. Metode ini memberikan keleluasaan kepada seorang manajer perusahaan untuk mempelajari lebih jauh mengenai karakteristik proyek, terutama proyek-proyek baru yang tidak populer dan memiliki risiko tinggi. Sementara itu, (Sumarti et al., 2021) mengimplementasikan metode *learning options* untuk mengestimasi nilai proyek penambangan *bitcoin*, dan hasilnya menyatakan metode ini dapat meningkatkan nilai proyek tersebut.

Penelitian ini mengacu pada metode *learning options* (Guthrie, 2011) dengan melakukan modifikasi terhadap metode tersebut untuk diterapkan pada proyek bioteknologi. Modifikasi didasarkan pada fakta di lapangan, bahwa seorang manajer selain diberikan keleluasaan untuk mempelajari karakteristik proyek, ia juga diberikan fleksibilitas berupa opsi untuk memperluas kepemilikan sahamnya pada periode tertentu, tergantung situasi dan kondisi pada saat itu. Fitur tambahan ini tentu akan memperkaya model sebelumnya dan diduga dapat meningkatkan keakuratan estimasi nilai proyek bioteknologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode *learning options* yang dimodifikasi untuk mengestimasi nilai proyek suatu perusahaan bioteknologi. Dalam penelitian ini metode *learning options* standar (Guthrie, 2011) dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan opsi ekspansi sehingga manajer perusahaan memiliki fleksibilitas untuk memperluas kepemilikan sahamnya pada periode tertentu.

Fase-Fase Pengembangan Proyek Bioteknologi

Proyek yang dikembangkan oleh perusahaan bioteknologi pada produk baru, seperti vaksin, secara umum harus melewati fase-fase yang dijelaskan oleh (Benninga, 2015).

1. Fase Penemuan (*Discovery Phase*)

Pada fase ini, perusahaan melakukan penelitian awal mengenai kelayakan gagasan untuk mengembangkan jenis vaksin baru tersebut. Fase ini membutuhkan waktu satu tahun dan probabilitas keberhasilan 50% sehingga bisa dilanjutkan ke fase berikutnya.

2. Fase Pengujian (*Clinical Phase*)

Apabila fase penemuan berhasil maka akan dilanjutkan ke fase pengujian. Pada fase ini perusahaan harus melakukan uji kelayakan terhadap vaksin baru tersebut. Peluang keberhasilan fase uji klinis biasanya sebesar 50%.

3. Fase Pemasaran (*Marketing Phase*)

Jika produk tersebut berhasil melewati fase pengujian, maka selanjutnya akan memasuki fase pemasaran. Pada fase ini vaksin baru tersebut sudah mulai dipasarkan sehingga perusahaan mulai dapat keuntungan.

Metode *Learning Options*

Dalam Penelitian ini akan disimulasikan dua metode yang digunakan untuk mengestimasi nilai proyek suatu perusahaan bioteknologi. Dua metode tersebut adalah metode *learning options* standar (Guthrie) dan metode *learning options* yang dimodifikasi, yaitu merupakan metode baru yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Terdapat beberapa tahapan dalam metode lerning options standar (Guthrie, 2011), yaitu:

1. Memilih banyak langkah (N) sebagai partisi dari lama waktu opsi (T)
2. Menghitung ukuran pergerakan naik (U) dan turun (D) dengan persamaan

$$U = \exp \left[\left(\frac{T}{N} \left(\sigma^2 + \frac{a_0^2}{T + \left(\frac{\theta}{a_0} \right)^2} \right) \right)^{1/2} \right] \quad (2)$$

dimana $D = U^{-1}$, a_0 adalah parameter ketidakpastian awal dari karakteristik proyek spesifik yang tidak diobservasi, σ adalah volatilitas, θ adalah jumlah *noise* dari informasi yang dikumpulkan manajer perusahaan yang memenuhi persamaan

$$\theta = a_0 \sqrt{\frac{h}{3}} \quad (3)$$

dimana h adalah waktu yang diperlukan oleh seorang manajer untuk memperkecil prediksi kesalahan (a_0) dari waktu sebelumnya.

Dalam metode ini terdapat dua skenario proses pengumpulan informasi yang dilakukan oleh seorang manajer perusahaan, yaitu

a. *Rapid Learning*

Skenario ini memungkinkan seorang manajer memiliki kesempatan melakukan proses learning untuk memperkecil prediksi kesalahan (a_0) dalam parameter waktu (h) yang terukur. Secara khusus, dalam studi ini diasumsikan bahwa seorang manajer dapat memperkecil prediksi kesalahan menjadi setengah dari sebelumnya dalam waktu $h = 1$ tahun.

b. *No-Learning Possible*

Dalam skenario ini, seorang manajer tidak memiliki kesempatan melakukan proses learning untuk memperkecil prediksi kesalahan dalam waktu yang terukur. Untuk memodelkan skenario dapat dipilih nilai h yang sangat besar, misalnya $h = 1.000.000$ tahun.

3. Menghitung panjang interval waktu untuk setiap sub-periode dengan persamaan (4)

$$t_n = - \left(\frac{a_0^2 + \left(\frac{\sigma \theta}{a_0} \right)^2 - n(\log U)^2}{2\sigma^2} \right) + \sqrt{n \left(\frac{\theta \log U}{a_0 \sigma^2} \right)^2 + \left(\frac{a_0^2 + \left(\frac{\sigma \theta}{a_0} \right)^2 - n(\log U)^2}{2\sigma^2} \right)^2} \quad (4)$$

4. Membangun pohon binomial untuk *market value* proyek V dengan memilih

$$V(i, n) = V_0 D^I U^{n-i} = V_0 U^{n-2i} \quad (5)$$

untuk setiap nilai $n = 0, 1, 2, \dots, N$ dan $i = 0, 1, 2, \dots, n$ dimana n adalah banyaknya sub periode dan i adalah banyak pergerakan turun.

5. Menghitung peluang risiko netral untuk pergerakan naik pada setiap *node* dengan persamaan (6)

$$\pi_{u, t_n} = \frac{e^{(\mu - \lambda)(t_{n+1} - t_n)} - U^{-1}}{U - U^{-1}} \quad (6)$$

6. Menentukan nilai hak proyek dengan *backward steps*

Pada saat jatuh tempo nilai nilai proyek memenuhi persamaan (7)

$$F(i, n) = \max\{V(i, n) - I; 0\} \quad (7)$$

Adapun nilai hak proyek dapat dicari dengan teknik *backward steps* yang mengikuti persamaan

$$F^*(i, n) = \max \left\{ \{V(i, n) - I; 0\}; \frac{\pi_u(i, n)F(i, n+1) + (1 - \pi_u(i, n))F(i+1, n+1)}{e^{r(t_{n+1} - t_n)}} \right\} \quad (8)$$

Metode *learning options* standar dapat dikombinasikan dengan opsi ekspansi, dimana manajer perusahaan diberikan hak untuk memperluas kepemilikan sahamnya pada periode tertentu, tetapi ia harus mengeluarkan biaya investasi untuk opsi tersebut. Prosedur perhitungan metode baru ini pada dasarnya sama dengan metode *learning options* standar, hanya saja persamaan (8) dimodifikasi menjadi persamaan (9)

$$F^*(i, n) = \max \left\{ \{V(i, n) - I; 0\}; \frac{\pi_u(i, n)F(i, n+1) + (1 - \pi_u(i, n))F(i+1, n+1)}{e^{r(t_{n+1} - t_n)}}, E \right\} \quad (9)$$

dimana

$$E = -I + S \times \frac{\pi_u(i, n)F(i, n+1) + (1 - \pi_u(i, n))F(i+1, n+1)}{e^{r(t_{n+1} - t_n)}} \quad (10)$$

dan I menotasikan biaya investasi untuk opsi ekspansi, sedangkan S menotasikan proporsi kenaikan *payoff*. Adapun data arus kas yang akan dijadikan sebagai objek simulasi metode-metode pada penelitian ini adalah data hasil modifikasi dari arus kas perusahaan bioteknologi pada (Benninga, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan diperlihatkan hasil simulasi metode *learning options* yang digunakan untuk mengestimasi nilai proyek suatu perusahaan bioteknologi dengan skenario sebagaimana dijelaskan di bagian sebelumnya.

Suatu perusahaan bioteknologi XYZ berencana mengembangkan produk baru dengan rincian biaya dan parameter sebagai berikut

Biaya investasi awal (I)	\$3200 ribu
Biaya fase penemuan	\$1500 ribu
Biaya fase pengujian	\$1500 ribu
Biaya tetap tahunan fase marketing	\$10000 ribu
Standar deviasi prediksi <i>error</i> (a_0)	0,5
<i>Drift</i> GBM untuk market value (μ)	4%
Volatilitas GBM untuk market value (σ)	15%
Suku bunga bebas risiko (r)	6%
<i>Risk premium</i> untuk market value (λ)	0,05
Lama waktu proyek (T)	10 tahun
Partisi waktu (N)	10

Sebelum melakukan simulasi dengan metode *learning options*, terlebih dahulu akan dicari nilai Net Present Value (NPV) dengan menggunakan metode tradisional *Discounted Cash Flows* (DCF). Tabel 1. Memperlihatkan arus kas proyek bioteknologi perusahaan XYZ selama 10 tahun. Dari data tersebut diperoleh nilai *Present Value* proyek dengan Metode DCF adalah sebesar \$4.049 ribu dan *Net Present Value* sebesar \$849 ribu. Nilai *Present Value* proyek tersebut kemudian dijadikan sebagai nilai awal V_0 dalam perhitungan dengan metode *learning options*.

Selanjutnya akan diperlihatkan hasil simulasi menggunakan metode *learning options* standar dengan dua skenario, yaitu *rapid learning* dan *no-learning possible*. Untuk skenario pertama dipilih nilai $h = 1$ tahun, sehingga dengan menggunakan persamaan (3) diperoleh jumlah *noise* dari informasi yang dikumpulkan manajer perusahaan (θ) untuk kasus pertama adalah $\theta = 0,2887$.

Dengan menggunakan persamaan (2), diperoleh pergerakan naik $U = 1,2693$ sedangkan dengan menggunakan persamaan (4) diperoleh panjang interval waktu untuk setiap sub-periode sebagai berikut: $t_0 =$

0,0000; $t_1 = 0,0733$; $t_2 = 0,1850$; $t_3 = 0,3713$; $t_4 = 0,7160$; $t_5 = 0,4009$; $t_6 = 2,6022$; $t_7 = 4,2278$; $t_8 = 6,0695$; $t_9 = 8,0102$ dan $t_{10} = 10,000$.

Pada skenario kedua dipilih $h = 10^6$ tahun sehingga dengan menggunakan persamaan (4) diperoleh panjang interval waktu untuk setiap sub-periode sebagai berikut: $t_0 = 0$, $t_1 = 1$, $t_2 = 2$, $t_3 = 3$, $t_4 = 4$, $t_5 = 5$, $t_6 = 6$, $t_7 = 7$, $t_8 = 8$, $t_9 = 9$ dan $t_{10} = 10$.

Tabel 1. Arus Kas Proyek Bioteknologi Perusahaan XYZ

Tahapan	Biaya (ribu USD)	Pendapatan (ribu USD)	Net CF (ribu USD)	Probability	Expected CF (ribu USD)
Biaya Investasi Awal	-3200	0	-3200	1	-3000
Discovery	-1500	0	-1500	0.5	-750
Clinical	-1500	0	-1500	0.5	-750
Marketing	10.000	12000	2000	0.15	300
Marketing	10.000	12600	2600	0.15	390
Marketing	10.000	13230	3230	0.15	485
Marketing	10.000	13892	3892	0.15	584
Marketing	10.000	14586	4586	0.15	688
Marketing	10.000	15315	5315	0.15	797
Marketing	10.000	16081	6081	0.15	912
Marketing	10.000	16885	6885	0.15	1033
Marketing	10.000	17729	7729	0.15	1159
Marketing	10.000	18616	8616	0.15	1292

Tabel 2. Pohon Binomial Market Value untuk Kasus Rapid Learning (ribu dollar)

V(i,n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	4049	5026	6238	7743	9610	11928	14805	18377	22809	28311	35140
1		3262	4049	5026	6238	7743	9610	11928	14805	18377	22809
2			2628	3262	4049	5026	6238	7743	9610	11928	14805
3				2117	2628	3262	4049	5026	6238	7743	9610
4					1706	2117	2628	3262	4049	5026	6238
5						1374	1706	2117	2628	3262	4049
6							1107	1374	1706	2117	2628
7								892	1107	1374	1706
8									719	892	1107
9										579	719
10											467

Langkah berikutnya adalah membangun pohon binomial untuk market value dengan menggunakan persamaan (5) dan menetapkan $V_0 = 4.049$ ribu. Hasilnya diperlihatkan pada Tabel 2. dan Tabel 3.

Selanjutnya menghitung peluang risiko netral untuk pergerakan naik pada setiap node dengan persamaan (6). Hasilnya diperlihatkan dalam Tabel 4. Dan Tabel 5.

Tabel 3. Pohon Binomial *Market Value* untuk Kasus *No-Learning Possible* (ribu dollar)

$V(i,n)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	4049	4704	5466	6350	7378	8572	9959	11571	13443	15619	18147
1		3485	4049	4704	5466	6350	7378	8572	9959	11571	13443
2			3000	3485	4049	4704	5466	6350	7378	8572	9959
3				2582	3000	3485	4049	4704	5466	6350	7378
4					2222	2582	3000	3485	4049	4704	5466
5						1913	2222	2582	3000	3485	4049
6							1646	1913	2222	2582	3000
7								1417	1646	1913	2222
8									1220	1417	1646
9										1050	1220
10											903

Tabel 4. Peluang Risiko Netral untuk Kasus *Rapid Learning*

$\pi(i,n)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.4445	0.4436	0.4419	0.4383	0.4305	0.4188	0.4092	0.4043	0.4021	0.4010
1		0.4436	0.4419	0.4383	0.4305	0.4188	0.4092	0.4043	0.4021	0.4010
2			0.4419	0.4383	0.4305	0.4188	0.4092	0.4043	0.4021	0.4010
3				0.4383	0.4305	0.4188	0.4092	0.4043	0.4021	0.4010
4					0.4305	0.4188	0.4092	0.4043	0.4021	0.4010
5						0.4188	0.4092	0.4043	0.4021	0.4010
6							0.4092	0.4043	0.4021	0.4010
7								0.4043	0.4021	0.4010
8									0.4021	0.4010
9										0.4010

Tabel 5. Peluang Risiko Netral untuk Kasus *No-Learning Possible*

$\pi(i,n)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295
1		0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295
2			0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295
3				0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295
4					0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295
5						0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295
6							0.4295	0.4295	0.4295	0.4295
7								0.4295	0.4295	0.4295
8									0.4295	0.4295
9										0.4295

Setelah menghitung peluang risiko netral, langkah berikutnya adalah menghitung nilai hak proyek dengan menggunakan persamaan (7) dan (8). Hasilnya diperlihatkan pada Tabel 6. dan Tabel 7.

Tabel 6. Nilai Hak Proyek untuk Kasus *Rapid Learning* (ribu USD)

F(i,n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1223	1950	3038	4543	6410	8728	11605	15177	19609	25111	31940
1		651	1106	1847	3038	4543	6410	8728	11605	15177	19609
2			296	541	987	1826	3038	4543	6410	8728	11605
3				109	213	425	873	1826	3038	4543	6410
4					32	69	156	365	849	1826	3038
5						6	15	39	108	302	849
6							0	0	0	0	0
7								0	0	0	0
8									0	0	0
9										0	0
10											0

Tabel 7. Nilai Hak Proyek untuk Kasus *No-Learning Possible* (ribu USD)

F(i,n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	868	1504	2266	3150	4178	5372	6759	8371	10243	12419	14947
1		483	860	1504	2266	3150	4178	5372	6759	8371	10243
2			252	469	850	1504	2266	3150	4178	5372	6759
3				117	232	450	849	1504	2266	3150	4178
4					42	93	199	418	849	1504	2266
5						9	23	56	139	343	849
6							0	0	0	0	0
7								0	0	0	0
8									0	0	0
9										0	0
10											0

Dari Tabel 5. dan Tabel 6. tampak bahwa adanya kesempatan bagi seorang manajer perusahaan bioteknologi untuk mempelajari karakteristik proyek dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan nilai hak proyek lebih tinggi, yaitu sebesar \$1.223 ribu, jika dibandingkan dengan nilai hak proyek yang tidak memberikan kesempatan bagi seorang manajer perusahaan untuk mempelajari lebih jauh tentang karakteristik proyek, yaitu senilai \$868 ribu. Dengan kata lain, nilai hak proyek untuk kasus *rapid learning* lebih besar dari pada nilai hak proyek untuk kasus *no-learning possible*.

Metode *learning options* standar (Guthrie) masih memungkinkan untuk dikombinasikan dengan jenis *real options* yang lain. Pada penelitian ini, Metode *learning options* standar akan kombinasikan dengan opsi ekspansi. Adapun skenario yang akan disimulasikan adalah sebagai berikut: misalnya suatu manajer perusahaan bioteknologi diberikan opsi dapat memperluas (ekspansi) kepemilikan sahamnya dengan cara membayarkan biaya investasi tertentu. Sebagai contoh, perusahaan yang pada awalnya hanya memiliki 60% kepemilikan saham diberikan opsi untuk membeli 40% saham dari rekan perusahaannya dengan membayar investasi sebesar \$250 ribu. Dengan demikian, apabila opsi di-*exercise* maka perusahaan mendapatkan kenaikan *proporsi share* sebesar 2/3 bagian. Pada penelitian ini opsi ekspansi akan diterapkan pada periode ke-7 untuk kasus *rapid learning*, dan pada periode ke-4 untuk kasus *no-learning possible*.

Perhitungan nilai hak proyek untuk metode *learning options* yang dimodifikasi menggunakan persamaan (9) dan (10). Hasilnya diperlihatkan pada Tabel 8. dan Tabel 9.

Tabel 8. Nilai Hak Proyek untuk Kasus *Rapid Learning* & Opsi Ekspansi (ribu USD)

F(i,n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1498	2368	3646	5466	8005	11599	16958	25045	19609	25111	31940
1		815	1377	2279	3690	5876	9230	14297	11605	15177	19609
2			376	691	1263	2309	4215	7322	6410	8728	11605
3				134	271	565	1232	2793	3038	4543	6410
4					32	69	156	365	849	1826	3038
5						6	15	39	108	302	849
6							0	0	0	0	0
7								0	0	0	0
8									0	0	0
9										0	0
10											0

Tabel 9. Nilai Hak Proyek untuk Kasus *no-learning possible* & Opsi Ekspansi (ribu dollar)

F(i,n)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1074	1819	2968	4610	6713	5372	6759	8371	10243	12419	14947
1		629	1151	2054	3527	3150	4178	5372	6759	8371	10243
2			304	597	1167	1504	2266	3150	4178	5372	6759
3				117	232	450	849	1504	2266	3150	4178
4					42	93	199	418	849	1504	2266
5						9	23	56	139	343	849
6							0	0	0	0	0
7								0	0	0	0
8									0	0	0
9										0	0
10											0

Pada Tabel 7. dapat dilihat adanya kenaikan nilai hak proyek pada periode ke-7. Hal ini menunjukkan bahwa nilai proyek maksimum terjadi ketika opsi ekspansi di-*exercise*, sehingga nilai hak proyek untuk kasus *rapid learning* sebesar \$1498 ribu. Demikian juga dengan Tabel 8. dapat dilihat terdapatnya kenaikan hak proyek pada periode ke-4. Hal ini menunjukkan bahwa nilai proyek maksimum terjadi ketika opsi ekspansi di-*exercise*, sehingga nilai hak proyek untuk kasus ini sebesar \$1074 ribu.

Tabel 10. merupakan ringkasan hasil simulasi nilai proyek bioteknologi dengan berbagai scenario.

Tabel 10. Ringkasan Hasil Simulasi Proyek Bioteknologi

Metode	Estimasi Hak Proyek (ribu USD)
DCF	\$849 ribu
<i>No-Learning possible</i>	\$868 ribu
<i>No-Learning possible</i> & Opsi Ekspansi	\$1.074 ribu
<i>Rapid Learning</i>	\$1.223 ribu
<i>Rapid Learning</i> & Opsi Ekspansi	\$1.498 ribu

SIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa estimasi nilai proyek bioteknologi dengan metode *learning options* lebih tinggi dari pada estimasi dengan menggunakan metode DCF. Hal ini disebabkan karena metode DCF tidak memperhatikan fleksibilitas yang terjadi saat proyek berlangsung. Selain itu, estimasi nilai proyek dengan kasus *rapid learning* lebih tinggi dari pada estimasi dengan kasus *no-learning possible*. Hal tersebut disebabkan karena seorang manajer diberikan kesempatan untuk mempelajari karakteristik proyek pada kasus pertama, dan sebaliknya pada kasus kedua. Dan yang terakhir, estimasi nilai proyek dengan fitur tambahan berupa opsi ekspansi lebih tinggi dibanding tanpa opsi. Hal ini disebabkan karena seorang manajer bisa diberikan opsi untuk memperluas kepemilikan sahamnya pada periode tertentu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode *learning options* yang dimodifikasi dapat meningkatkan nilai proyek bioteknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlinta, D. (2022). *Indonesia Memulai Pengembangan Bioteknologi Dalam Negeri*. Kompas.Id. <https://www.kompas.id/baca/humaniora/2022/10/07/titik-tolak-pengembangan-bioteknologi-dalam-negeri>
- Benninga, S. (2015). Financial Modeling. In *How to Be an Investment Banker*. <https://doi.org/10.1002/9781119204992.ch6>
- Biotechnology Innovation Scorecard. (2021). *Biotechnology Innovation Scorecard Indonesia*. Thinkbiotech.Com. <https://www.thinkbiotech.com/globalbiotech/country/Indonesia>
- Guthrie, G. (2011). Learning Options and Binomial Trees. *SSRN Electronic Journal*, 1–19. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1343430>
- Jurgen, G. M. (2020). Biotechnology Valuation Using Real Options. *Copenhagen Business School, May*, 1–79. https://research-api.cbs.dk/ws/portalfiles/portal/62174635/879739_2020_05_Master_Thesis_Biotech_Valuation_Gerrit_Jungen_vFINAL.pdf
- Laras Kemala, B. K., & Simatupang, T. (2020). Real Option Analysis Approach for Pharmaceutical Project Portfolio Optimization Model Considering Multi-project Dependencies. *2020 7th International Conference on Frontiers of Industrial Engineering, ICFIE 2020*, 40–47. <https://doi.org/10.1109/ICFIE50845.2020.9266740>
- Putri, A., & Fujiwara, T. (2015). Real Options Analysis on Ecosystem for Agri-biotechnology Start-ups in Indonesia. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 16(3), 263–282. <https://doi.org/10.1007/s40171-015-0099-8>
- Reilly, P. (2020). The Impact of the COVID-19 Pandemic on the Biotech Industry. *Human Gene Therapy*, 31(11–12), 608–609. <https://doi.org/10.1089/hum.2020.29124.pre>
- Sumarti, N., Suryawan, F. A. D. F., & Sumitro, A. R. (2021). Implementation of real options with learning process on Bitcoin mining project. *AIP Conference Proceedings*, 2423(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0075336>