

DISERTASI

**KAJIAN PENINGKATAN EFISIENSI PENYOSOHAN
DAN KARAKTERISTIK BIJI TERATAI (*Nymphaea
pubescens* Willd) SOSOH MELALUI PERLAKUAN
FISIK DAN BIOLOGI PRAPENYOSOHAN**



Oleh:
FATIMAH
1940511320010

**PROGRAM STUDI DOKTOR (S3) ILMU PERTANIAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2023**

DISERTASI

**KAJIAN PENINGKATAN EFISIENSI PENYOSOHAN
DAN KARAKTERISTIK BIJI TERATAI (*Nymphaea
pubescens* Willd) SOSOH MELALUI PERLAKUAN
FISIK DAN BIOLOGI PRAPENYOSOHAN**

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Doktor



**Oleh:
FATIMAH
1940511320010**

**PROGRAM STUDI DOKTOR (S3) ILMU PERTANIAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2023**

DISERTASI


KAJIAN PENINGKATAN EFISIENSI PENYOSOHAN
DAN KARAKTERISTIK BIJI TERATAI (*Nymphaea
pubescens* Willd) SOSOH MELALUI PERLAKUAN
FISIK DAN BIOLOGI PRAPENYOSOHAN

Oleh:
FATIMAH

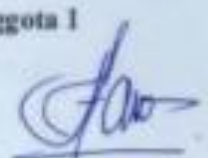
NIM: 1940511320010

Dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 26 Juni 2023
Dan dinyatakan memenuhi syarat

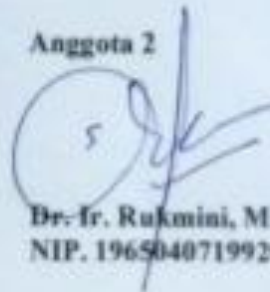
KOMISI PEMBIMBING
Ketua,


Prof. Agung Nugroho, S.T.P. M.Sc., Ph.D
NIP. 198307192008011005

Anggota 1



Dr. Yuspihana Fitriani, S.Pi., M.Si
NIP. 196910151994032001

Anggota 2



Dr. Ir. Rukmini, MP
NIP. 196504071992032002

Banjarbaru, 26 Juni 2023

Koordinator
Program Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian


Prof. Akhmad R. Sandy, S.P., M.Ag., Sc., Ph.D
NIP. 196904251995111001

Direktur
Program Pascasarjana ULM


Prof. Dr. Ir. Danang Biyatmoko, M.Si
NIP. 196805071993031020

IDENTITAS KOMISI PEMBIMBING DAN KOMISI PENGUJI

JUDUL DISERTASI:

KAJIAN PENINGKATAN EFISIENSI PENYOSOHAN DAN KARAKTERISTIK BIJI TERATAI (*Nymphaea pubescens* Willd) SOSOH MELALUI PERLAKUAN FISIK DAN BIOLOGI PRAPENYOSOHAN

Nama Lengkap : Fatimah
NIM : 1940511320010
Program Studi : Doktor (S3) Ilmu Pertanian

KOMISI PEMBIMBING:

Ketua : Prof. Agung Nugroho, S.TP., M.Sc., Ph.D
Anggota 1 : Dr. Yuspihana Fitrial, S.Pi, M.Si
Anggota 2 : Dr. Ir. Rukmini, MP

KOMISI PENGUJI:

Penguji 1 : Dr. Rini Hustiany S.TP., M.Si
Penguji 2 : Dr. Ir. Tanwirul Millati, MP
Penguji 3 : Dr. Ir. Rita Khairina, MP
Penguji 4 (Tamu) : Prof. Dr. Rifda Naufalin, SP., M.Si

Tanggal Ujian : 26 Juni 2023
SK Komisi Penguji : 264/UN8.4/DT.04.03/2023

PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Disertasi ini dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70 yang berbunyi: 'Lulusan perguruan tinggi yang karya ilmiahnya digunakan untuk memperoleh gelar akademik, profesi atau vokasi terbukti merupakan jiplakan dicabut gelarnya'. Pasal 70 yang berbunyi: 'Lulusan yang karya ilmiahnya yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 200.000.000,00 (dua ratus juta rupiah).

Banjarbaru, Juni 2023



Fatimah
NIM. 1940511320010

SALINAN SERTIFIKAT UJI PLAGIASI



*Alhamdulillah
Wasshalatu wassalamu alaa Rasulillah*

*Disertasi ini saya persembahkan kepada
Abah dan mama tercinta
Suamiku Dwi Sandri yang kucintai karena Allah
Keempat anakku tersayang: A. Furqon Al-thaf, A. Faruq Hanif,
Alysa Naifa Syafiqah, dan A. Faqih Shadiq*

RIWAYAT HIDUP

Fatimah, lahir di Pinangin (Hulu Sungai Tengah), 11 Juli 1983 anak dari Ayah Chairuddin dan Ibu Rusmini. Bersekolah di SDN Pinangin, MTsN Jatuh Barabai, dan SMAN 1 Barabai hingga lulus tahun 2001. Studi S1-Kimia di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru tahun 2001-2005. Studi S2 melalui program beasiswa di Universitas Brawijaya tahun 2007-2009. Melanjutkan studi S3 di Program Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian Program Pasca Sarjana Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru pada tahun 2019 melalui Program Beasiswa Pendidikan Pasca Sarjana Dalam Negeri (BPPDN) Afirmasi Perguruan Tinggi Negeri Baru. Sejak tahun 2009 sampai sekarang mengabdikan sebagai Dosen di Politeknik Negeri Tanah Laut.

Banjarbaru, Juni 2023
Fatimah

RINGKASAN

FATIMAH, NIM 1940511320010. Kajian Peningkatan Efisiensi Penyosohan dan Karakteristik Biji Teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) Sosoh Melalui Perlakuan Fisik dan Biologi Prapenyosohan. Ketua Komisi Pembimbing: Agung Nugroho, Anggota Komisi Pembimbing 1: Yuspihana Fitrial, Anggota Komisi Pembimbing 2: Rukmini.

Biji teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) memiliki kandungan karbohidrat mencapai 80%, protein 3,36-7%, dan pati 63% yang berpotensi dapat dijadikan sebagai sumber pangan baru di Indonesia. Disamping itu, biji teratai mengandung komponen fitokimia yaitu flavonoid, tanin, saponin, fenolik dan triterpenoid, juga mengandung minyak yang memiliki aktivitas antioksidan, sehingga biji teratai berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber bahan pangan fungsional. Selama ini, masyarakat menggunakan mesin penyosoh gabah untuk menghasilkan biji teratai sosoh. Hasil penyosohan biji teratai menggunakan mesin sosoh gabah pada salah satu mesin sosoh, biji teratai sosoh masih bercampur dengan biji teratai belum tersosoh sebesar 30%, menunjukkan ketidakseragaman hasil penyosohan yang berpengaruh pada kualitas tepung maupun produk olahannya. Ini menunjukkan bahwa metode penyosohan menggunakan mesin masih belum optimal.

Perlakuan prapenyosohan metode fisik yaitu secara hidrotermal dan pengeringan pada biji-bijian mampu meningkatkan efisiensi penyosohan. Selain itu, metode biologi dengan menggunakan enzim telah digunakan untuk perlakuan prapenyosohan biji-bijian yang mampu meningkatkan efisiensi penyosohan. Tahapan penelitian terdiri atas 2 tahapan. Tahapan pertama adalah perlakuan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama perlakuan menggunakan biji teratai terfermentasi *Aspergillus niger* dan biji teratai tanpa fermentasi. Uji pendahuluan berupa uji selulolitik dilakukan pada *A. niger*. Faktor kedua perbedaan kadar air biji teratai terdiri dari 5 taraf yaitu $4\pm 0,5\%$, $7\pm 0,5\%$, $10\pm 0,5\%$, $13\pm 0,5\%$, dan $16\pm 0,5\%$. Analisis hasil penelitian meliputi analisis hasil penyosohan, analisis karakteristik tepung biji teratai, dan komponen fitokimia. Analisis hasil penyosohan yaitu penentuan fraksi penyosohan terdiri dari efisiensi penyosohan, jumlah sekam, dan biji tidak tersosoh. Analisis pada sekam meliputi kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Analisis karakteristik biji teratai terdiri dari : 1) sifat fisik: uji morfologi biji teratai sosoh dan belum tersosoh menggunakan SEM, 2) sifat kimia: air, abu, N-Total, lemak, dan karbohidrat. Tahapan kedua adalah maserasi zat ekstraktif pada sekam dan biji teratai sosoh dengan parameter pengukuran analisis kualitatif kandungan fitokimia, analisis kandungan total fenolik dan aktivitas antioksidan metode penghambatan radikal *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH). Data kuantitatif hasil analisis dianalisis menggunakan program SPSS dengan uji statistik *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji lanjutan jika perlakuan berpengaruh nyata pada taraf uji 5%. Uji t (*t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances*) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar 2 perlakuan.

Berdasarkan hasil uji kualitatif aktivitas selulolitik, *A.niger* memiliki aktivitas enzim selulolitik dan dapat tumbuh baik pada media biji teratai berkulit. Biji teratai terfermentasi *A. niger* dan perbedaan kadar air juga berpengaruh terhadap efisiensi penyosohan. Kadar air $4\pm 0,5\%$ menggunakan biji terfermentasi

meningkatkan efisiensi penyosohan dari 48,63% menjadi 56,32%, menurunkan serbuk, biji pecah, dan biji tidak tersosoh. Hasil SEM menunjukkan bahwa morfologi makroklereid biji teratai terjadi kerusakan jaringan dengan perlakuan kapang mengindikasikan kerja dari kapang *A. niger*. Hasil foto Dinolite menunjukkan adanya selaput tipis penghubung yang terlepas antara makroklereid dan osteosklereid pada perlakuan kadar air rendah baik perlakuan fermentasi maupun tanpa fermentasi sehingga memudahkan proses penyosohan. Sedangkan pada bagian osteosklereid biji teratai sosoh hasil SEM tidak terjadi perubahan baik dengan perlakuan kadar air maupun penggunaan kapang. Komposisi proksimat biji teratai sosoh dengan perlakuan penggunaan kapang sebelum penyosohan tidak mengubah komposisi proksimat meliputi kadar air, N-Total, abu, lemak, dan karbohidrat *by difference*.

Kandungan total fenolik dan aktivitas antioksidan sekam lebih tinggi dibandingkan biji teratai sosoh. Perlakuan penggunaan kapang prapenyosohan tidak berbeda nyata untuk hasil kandungan total fenolik. Kekuatan aktivitas antioksidan sekam tanpa fermentasi dan terfermentasi memiliki kategori sangat kuat dengan nilai IC_{50} berturut-turut 34 ppm dan 37 ppm. Sedangkan kekuatan aktivitas antioksidan biji teratai sosoh tanpa fermentasi dan fermentasi memiliki kategori sedang dengan nilai IC_{50} berturut-turut 243 ppm dan 194 ppm.

SUMMARY

FATIMAH, NIM 1940511320010. Study of Increasing Hulling Efficiency and Characteristics of Lotus Hulled Seeds (*Nymphaea pubescens* Willd) Through Physical and Biological Pre-Treatment. Advisor: Agung Nugroho, Co-Advisor 1: Yuspihana Fitriani, Co-Advisor 2: Rukmini.

*Lotus seeds (*Nymphaea pubescens* Willd) contain up to 80% carbohydrates, 3,36-7% protein, and 63% starch which can potentially be used as a new food source in Indonesia. Besides that, lotus seeds contain phytochemical components, namely flavonoids, tannins, saponins, phenolics and triterpenoids, also contain oils that have antioxidant activity, so that lotus seeds have the potential to be used as a source of functional food ingredients. So far, the community uses grain polishing machines to produce hulled lotus seeds. The results of hulled lotus seeds using a grain huller machine in one of the huller machines, yield of hulled lotus seeds are still mixed with unhulled lotus seeds by 30%, indicating the non-uniformity of the hulling results which affects the quality of flour and processed products. This shows that the hulling method using the machine is still not optimal.*

*The physical method of pre-treatment hulling, namely hydrothermal and grain drying, can increase the hulling efficiency. In addition, biological methods using enzymes have been used for the pre-treatment of grain which can improve the milling efficiency. The experimental stage consists of 2 stages. The first stage was treatment using a completely randomized design (CRD) with 2 treatment factors. The first factor was treatment using *Aspergillus niger* fermented lotus seeds and unfermented lotus seeds. Preliminary test in the form of cellulolytic test were carried out on *A. niger*. The second factor is the difference in water content of lotus seeds consisting of 5 levels, namely $4 \pm 0,5\%$, $7 \pm 0,5\%$, $10 \pm 0,5$, $13 \pm 0,5\%$, and $16 \pm 0,5\%$. Analysis of the results of the research included analysis of yield hulling, analysis of characteristics of lotus seed flour, and phytochemical components. The results of the hulling analysis are the determination of the hulling fraction consists of the hulling efficiency, broken seeds, husks, and the unhulled seeds. Analysis of the husk includes the content of lignin, cellulose, and hemicellulose. Characteristics analysis of lotus seeds consisted of: 1) physical properties: morphology test of hulled and unhulled lotus seeds using SEM, 2) chemical properties: water, ash, N-Total, fat, and carbohydrates. The second stage was maceration of extractive substances in husks and polished lotus seeds with parameters measuring qualitative analysis of phytochemical content, analysis of total phenolic content and antioxidant activity using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical inhibition method. Quantitative data analysis results were analyzed using the SPSS program with the Analysis of Variance (ANOVA) statistical test and continued with a follow-up test if the treatment had a significant effect at the 5% test level. The t-test (t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances) was performed to determine differences between the 2 treatments.*

*Based on the results of qualitative test of cellulolytic activities, *A.niger* has cellulolytic enzyme activities. *A. niger* can grow well on unhulled seed media. Fermented seed by *A. niger* and differences of water content affect the hulling efficiency. Moisture content of $4\pm 0,5\%$ using fermented increased the hulling*

efficiency from 48,63% to 56,32%, reduced husk, broken seeds, and unhulled seeds. SEM results showed that treated with mold caused tissue damage indicated the action of A. niger on lotus seed macrosclereids. Dinolite photos show a thin connecting membrane that is detached between macrosclereids and osteosclereids in low moisture content treatment, both fermentation and unfermentation treatment, thus facilitating the hulling process. Whereas in the osteosclereid section of the lotus seed, SEM results did not change either with the treatment of water content or the use of mold. The proximate composition of hulled lotus seeds with the use of mold prior to hulling did not change the proximate composition including water, N-Total, ash, fat and carbohydrate content by difference.

The total phenolic content and antioxidant activity of husks were higher than hulled lotus seeds. The pre-treatment hulling using molds was not significantly different for the results of total phenolic content. The strength of the antioxidant activity of husks using biological and non-biological treatment has a very strong category with IC50 values of 34 ppm and 37 ppm respectively. Meanwhile, the strength of the antioxidant activity of hulled lotus seeds using biological and non-biological treatment was in the medium category with IC50 values of 194 ppm and 243 ppm, respectively.

PRAKATA

Puji syukur disampaikan kehadirat Allah Subhanahu wa Taala atas berkat Rahmat dan Inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan disertasi ini tepat waktu. Laporan disertasi yang disusun ini berjudul “Kajian Peningkatan Efisiensi Penyosohan dan Karakteristik Biji Teratai (*Nymphaea pubescens* Willd) Sosoh Melalui Perlakuan Fisik dan Biologi Prapenyosohan”.

Inovasi perlakuan prapenyosohan menggunakan perlakuan kadar air rendah dan adanya penggunaan kapang sebagai alternative untuk meningkatkan hasil efisiensi penyosohan. Sekam sebagai hasil samping penyosohan sangat berpotensi dijadikan sebagai sumber pangan fungsional dengan rendemen ekstrak yang tinggi, kandungan total fenolik yang tinggi, dan aktivitas antioksidan dengan kategori sangat kuat.

Penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam atas arahan dan bantuan dari semua pihak, terutama dari Prof. Agung Nugroho, S.T.P., M.Sc., Ph.D. selaku Promotor, Dr. Yuspihana Fitriani, S.Pi., M.Si dan Dr. Ir. Rukmini, MP selaku Ko-Promotor Disertasi, yang banyak membantu dan memberikan arahan dalam penyusunan laporan disertasi ini. Semoga laporan disertasi ini dapat bermanfaat dalam memberikan sumbangsih bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Banjarbaru, Juni 2023

Fatimah

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| RINGKASAN | ix |
| <i>SUMMARY</i> | xi |
| PRAKATA | xiii |
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| DAFTAR SINGKATAN | xix |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.5 Kebaruan (<i>Novelty</i>) Penelitian | 5 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Tumbuhan Teratai (<i>Nymphaea</i>) | 6 |
| 2.2 Biji Teratai (<i>Nymphaea pubescens</i> Willd) | 8 |
| 2.3 Prapenyosohan | 10 |
| 2.4 <i>Aspergillus niger</i> | 12 |
| 2.5 Selulosa | 13 |
| 2.6 Karakteristik Biji Teratai | 15 |
| 2.7 Pangan Fungsional | 17 |
| 2.8 Komponen Fitokimia | 20 |
| 2.8 Produk Olahan Biji Teratai | 21 |
| III. METODE PENELITIAN | 23 |
| 3.1 Kerangka Penelitian | 23 |
| 3.2 Tempat dan Waktu | 24 |
| 3.3 Tahapan Penelitian | 24 |
| 3.3.1 Penelitian 1: Penelitian Prapenyosohan Biji Teratai dengan Perlakuan Secara Fisik dan Biologi | 25 |
| 3.3.2 Penelitian 2: Pengujian Kemampuan Ekstrak Sekam dan Biji Teratai sebagai Antioksidan | 34 |

| | |
|---|----|
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 39 |
| 4.1 Hasil Penelitian 1 | 39 |
| 4.1.1 Uji Kualitatif Aktivitas Selulolitik <i>Aspergillus niger</i> | 39 |
| 4.1.2 Penyosohan Biji Teratai..... | 41 |
| 4.1.3 Karakteristik Biji Teratai | 53 |
| 4.2 Hasil Penelitian 2 | 54 |
| 4.2.1 Karakteristik Fitokimia Sekam dan Biji Teratai..... | 54 |
| 4.2.2 Kandungan Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Sekam dan Biji Teratai..... | 56 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN..... | 64 |
| 5.1 Kesimpulan | 65 |
| 5.2 Saran | 65 |
| DAFTAR PUSTAKA | 66 |
| LAMPIRAN | 75 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Prapenyosohan perlakuan perbedaan kadar air | 11 |
| Tabel 2.2. Pengaruh perlakuan enzimatis prapenyosohan terhadap efisiensi penyosohan | 12 |
| Tabel 2.3. Karakteristik tepung biji teratai..... | 15 |
| Tabel 2.4. Sumber dan karakteristik pati..... | 17 |
| Tabel 2.5. Komposisi fitokimia biji teratai..... | 20 |
| Tabel 3.1. Rancangan percobaan..... | 26 |
| Tabel 4.1. Hasil analisis kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa pada sekam dan uji t..... | 45 |
| Tabel 4.2. Hasil penyosohan perlakuan awal perbedaan kadar air dan penggunaan kapang dan hasil analisis uji lanjutan..... | 51 |
| Tabel 4.3. Perbandingan analisis proksimat biji teratai terfermentasi dan tanpa fermentasi dan hasil uji t..... | 54 |
| Tabel 4.4. Uji kualitatif fitokimia biji teratai pada pelarut metanol dan etil asetat..... | 55 |
| Tabel 4.5. Rendemen ekstrak sekam dan biji teratai..... | 57 |
| Tabel 4.6. Hasil total fenolik dan aktivitas antioksidan | 62 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. (a) <i>N. nouchali</i> Burm. F. (b) <i>N. pubescens</i> Willd..... | 6 |
| Gambar 2.2. (a) Bunga <i>N. nouchali</i> Burm. F.; (b) Bunga <i>N. pubescens</i> Willd.. | 7 |
| Gambar 2.3. Buah <i>N. pubescens</i> Willd: 1. sepala (a), 2. pistillum, 3. ruang buah (b)..... | 8 |
| Gambar 2.4. Perbandingan tingkat kematangan biji teratai | 9 |
| Gambar 2.5. Biji teratai (perbesaran 100x)..... | 9 |
| Gambar 2.6. Selulosa | 14 |
| Gambar 2.7. Perubahan biomassa lignoselulolitik pra perlakuan..... | 14 |
| Gambar 2.8. Struktur a) amilosa dan b) amilopektin | 16 |
| Gambar 2.9. Bipang | 21 |
| Gambar 2.10. a. Kue cincin, b. klemben, c. biskuit | 22 |
| Gambar 3.1. Tahapan pelaksanaan penelitian..... | 23 |
| Gambar 4.1. Penampakan visual <i>A. niger</i> pada media PDA (A) dan <i>A. niger</i> pada media PDB (B) | 39 |
| Gambar 4.2. Kurva pertumbuhan <i>A. niger</i> | 40 |
| Gambar 4.3. Penampakan visual uji selulolitik pada <i>A. niger</i> | 40 |
| Gambar 4.4. Penampakan visual <i>A. niger</i> yang tumbuh pada fermentasi biji teratai. | 41 |
| Gambar 4.5. Hubungan antara lama pengovenan dan penurunan kadar air biji teratai | 42 |
| Gambar 4.6. Biji sebelum disosoh dan fraksi penyosohan biji teratai | 43 |
| Gambar 4.7. SEM kulit luar biji teratai setelah perlakuan prapenyosohan (500x dan 10000x)..... | 44 |
| Gambar 4.8. Ilustrasi pemecahan selulosa oleh enzim selulase (endoglukanase, eksoglukanase, dan β -glukosidase)..... | 46 |
| Gambar 4.9. SEM kulit dalam biji teratai setelah penyosohan (500x dan 5000x) | 47 |

| | |
|--|-----------|
| <u>Gambar 4.10. Alat penyosoh biji teratai</u> | <u>48</u> |
| <u>Gambar 4.11. Biji tidak tersosoh (Perbesaran 50x)</u> | <u>49</u> |
| <u>Gambar 4.12. Biji teratai tidak tersosoh setelah penyosohan (50x).....</u> | <u>49</u> |
| <u>Gambar 4.13. Pembentukan kompleks molybdenum blue senyawa fenolik</u> <u>A. larutan baku asam galat + Folin-Ciocalteu, B. sampel sekam</u> <u>dan biji + Folin-Ciocalteu.....</u> | <u>58</u> |
| <u>Gambar 4.14. Asam galat.....</u> | <u>58</u> |
| <u>Gambar 4.15. Kurva baku asam galat</u> | <u>59</u> |
| <u>Gambar 4.16. Hasil visual reaksi radikal bebas DPPH dan antioksidan sampel</u> | <u>60</u> |
| <u>Gambar 4.17. Mekanisme reaksi radikal bebas DPPH dan antioksidan</u> | <u>60</u> |
| <u>Gambar 4.18. Kurva regresi linear aktivitas antioksidan biji teratai</u> <u>sosoh terfermentasi (BK) dan tanpa fermentasi (BTK).....</u> | <u>60</u> |
| <u>Gambar 4.19. Kurva regresi linear aktivitas antioksidan sekam terfermentasi</u> <u>(SK) dan tanpa fermentasi (STK).....</u> | <u>61</u> |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil analisis uji morfologi biji teratai menggunakan SEM..... **Error!**

Bookmark not defined.

Lampiran 2. Data dan Dokumentasi penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 3. Uji statistik data hasil analisis**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|-------|--|
| ANOVA | : <i>Analysis of variance</i> |
| BJND | : Beda jarak nyata <i>Duncan</i> |
| BNJ | : Beda nyata jujur |
| BNT | : Beda nyata terkecil |
| CMC | : <i>Carboxymethyl cellulose</i> |
| DPPH | : <i>2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl</i> |
| GAE | : <i>Gallic acid equivalent</i> |
| FOS | : fruktooligosakarida |
| IC | : <i>Inhibition concentration</i> |
| KK | : Koefisien keragaman |
| PDA | : <i>Potato Dextrose Agar</i> |
| PDB | : <i>Potato Dextrose Broth</i> |
| PUFA | : <i>Polyunsaturated fatty acid</i> |
| RAL | : Rancangan acak lengkap |
| SEM | : <i>Scanning Electron Microscope</i> |
| UMKM | : Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah |
| TPC | : <i>Total plate count</i> |