

Pemanfaatan Limbah-Padat Makanan pada Komponen Serat untuk Bahan Baku Tepung Delignifikasi dengan Perlakuan Hidrogen Peroksida

Utilization of Solid Food Waste in Fiber Components for Delignified Flour Raw Materials with Hydrogen Peroxide Treatment

Achmad Qomarul Aziz^{1 *}, Ahmad Syaumi^{2 **}, Majida Ramadhan³

¹²³Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Sampah saat ini menjadi permasalahan lingkungan dan tingginya volume sampah organik, terlebih dari sisa makanan rumah tangga dan restoran. Delignifikasi merupakan suatu proses perusakan molekul lignin dari struktur lignoselulosa dengan penggunaan suatu agen. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian Hidrogen peroksida (H_2O_2) terhadap kadar air bahan baku tepung delignifikasi dan mengetahui perbedaan nilai kadar air antara kontrol dan perlakuan pada serat limbah padat makanan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah level konsentrasi larutan H_2O_2 dengan 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%, faktor kedua adalah lama perendaman dengan 0, 2, 4, dan 6 jam perendaman. Analisis data menggunakan *Two-way ANOVA without replication* dan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada lama perendaman enam jam yaitu 39,29 g, sedangkan rata-rata kadar air tertinggi pada faktor konsentrasi 0,25% yaitu 22,8625 g. Faktor lama perendaman ($P=3,54 \times 10^{-2}$) dan konsentrasi ($P=0,131$). Berdasarkan analisis konsentrasi H_2O_2 tidak berpengaruh terhadap kadar air bahan baku tepung dari delignifikasi serat limbah padat makanan, dan lama perendaman pada tingkat enam jam perendaman terdapat perbedaan nyata ($P<0,05$) waktu perendaman menurut uji Duncan.

Kata kunci: Delignifikasi, Hidrogen Peroxide (H_2O_2), Limbah Padat Makanan.

ABSTRACT

Waste is currently an environmental problem, and there is a high volume of organic waste, primarily from household and restaurant food waste. Delignification is a process of destroying lignin molecules from the lignocellulose structure with the use of an agent. This study aimed to determine the effect of Hydrogen peroxide (H_2O_2) on the water content of delignified flour raw materials and to determine the difference in water content values between the control and treatment of solid food waste fibres. This study used a completely randomized design (CRD) with two factors. The first factor is the concentration level of H_2O_2 solution with 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, and 1%; the second factor is the soaking time with 0, 2, 4, and 6 hours of soaking. Data analysis used *Two-way ANOVA without replication* and the *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). The highest average water content was found at a soaking time of six hours, which was 39.29 g, while the highest average water content was at a concentration factor of 0.25%, 22.8625 g. The Soaking time factor ($P=3.54 \times 10^{-2}$) and concentration ($P=0.131$). Based on the analysis, the concentration of H_2O_2 did not affect the water content of the raw material of flour from the delignification of solid food waste fibre, and the soaking time at the level of six hours of soaking, there was a significant difference ($P<0.05$) in soaking time according to the Duncan test.

Keywords: Delignification, Hydrogen Peroxide (H_2O_2), Food Solid Waste.

^{*}) Achmad Qomarul Aziz, Program Studi Biologi FMIPA UNISMA, Jl. MT Haryono 193 65144, Telp./085730427375 e-mail: aqa.zaens@gmail.com

^{**}) Ir. Ahmad Syaumi, M.Si, Program Studi Biologi FMIPA UNISMA, Jl. MT Haryono 193 65144 Telp./08986307836 e-mail: Syaumi.fmipa@unisma.ac.id

Pendahuluan

Limbah padat makanan atau akrab disebut Sampah makanan merupakan salah satu jenis sampah yang semakin mengkhawatirkan di seluruh dunia karena dampak buruknya terhadap iklim. Populasi manusia yang terkonsentrasi dan perpindahan gaya hidup memicu keadaan darurat pemborosan makanan, menyebabkan kerusakan tanah dan air, semakin parahnya emisi bahan perusak ozon, dan kekurangan sumber daya alam. Selain itu, pengaruh terhadap kesejahteraan manusia juga terkait dengan pemborosan pangan yang tidak tepat yang dilakukan para eksekutif. Masalah pemborosan pangan telah menjadi kekhawatiran dunia, mendorong berbagai negara untuk merencanakan perjanjian dan pedoman damai untuk mendukung pemerintahan yang dapat diandalkan. Di Indonesia, penerapan pedoman terkait terus berkembang seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga iklim dan kesejahteraan [1].

Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyatakan Sampah saat ini menjadi permasalahan lingkungan dan tingginya volume sampah organik, terlebih sisa makanan dari keluarga dan restoran, memerlukan perhatian serius untuk membatasi dampak buruknya. Indonesia adalah negara pengirim sampah terbesar kedua di dunia setelah Arab Saudi dengan perkiraan pembuangan sampah sebesar 300 kg untuk setiap individu setiap tahunnya [2],[3], memprediksikan kenaikan rata-rata 1,42 kg sampah kota per orang per hari di tahun 2025. Data dari *Economist Intelligence Unit* (EIU) menunjukkan tren peningkatan fenomena *food waste* dari tahun ke tahun. Hal ini menjadi keprihatinan global, mengingat dampak negatifnya terhadap ketahanan pangan dan lingkungan. Indonesia menempati posisi kedua sebagai negara penghasil food waste terbanyak di dunia, setelah Arab Saudi, dengan estimasi 300 kg per kapita per tahun [4].

Serat pangan (*dietary fiber*), yang dikenal pula sebagai komponen non-digestible dalam bahan pangan nabati, tidak dapat dicerna oleh pencernaan manusia [5]. Dalam ilmu gizi, serat tumbuhan sayur dan buah pangan memberikan residu serat tidak hanya terdapat pada sayur-sayuran dan buah-buahan, tetapi juga pada makanan lain seperti nasi, kentang, kacang-kacangan, dan umbi-umbian. Serat pangan sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Serat ini semakin mendapat perhatian hingga sekarang, dan kelompok peneliti terus melakukan riset.

Delignifikasi merupakan suatu proses penghilangan partikel lignin dan subproses (perlakuan awal) yang terdapat pada sistem *pulping* yang dilakukan dengan cara melarutkan lignin yang ditentukan untuk mendapatkan hasil serat yang lebih banyak [6]. Usaha degradasi lignin dapat dilakukan dengan oksidator peroksida perklorat untuk tumbuhan non kayu [7], menggunakan perklorat 1% pada limbah atau sampah dapur untuk didelignifikasi. Perlakuan ini mempunyai asumsi bahwa delignifikasi jaringan tanaman yang berbeda mengandung lignin yang sama pada kategori pohon dan tanaman herba. Bahan akar dan batang kangkung, kulit buah pisang, kulit buah *Citrus sinensis* L., bagian akar singkong bagian bawah dan atas, serta selada didelignifikasi dalam natrium hipoklorit 1% dan proses delignifikasi ini menghasilkan residu dan secara teoritis, lingkungan perairan diperbolehkan pada tingkat 200 ppm, yang secara teknis dapat dipenuhi [7]. Selanjutnya, faktor lingkungan harus dipertimbangkan dalam program percontohan, dengan fokus pada aktivitas residu delignifikasi.

Hidrogen peroksida (H_2O_2) adalah cairan tidak berwarna, agak lebih kental daripada air, yang merupakan oksidator kuat. Sifat oksidator kuat ini dimanfaatkan manusia sebagai bahan pemutih (*bleach*), disinfektan, oksidator, dan sebagai bahan bakar roket. Bahan penyusunnya adalah gas oksigen (O_2) dan gas hidrogen (H_2). Hidrogen peroksida (H_2O_2) bereaksi dengan lignin dalam kondisi basa. H_2O_2 telah banyak digunakan selama bertahun-tahun untuk memutihkan pulp kayu berlignin tinggi. Efek pemutihan dari hidrogen peroksida telah dikaitkan dengan kemampuannya bereaksi dengan berbagai warna yang mengandung karbonil struktur dalam lignin. Reaksi ini telah dijelaskan melalui reaksi anion hidrogen peroksida (HOO^-) yang terbentuk dalam media basa.

Aplikasi saat ini menggunakan enzim katalase, yang dapat digunakan untuk mengurangi jumlah sisa hidrogen peroksida dalam makanan. Tingkat maksimum atau *Maximum permitted level* yang diizinkan (MPL) untuk hidrogen peroksida dalam makanan adalah 5 mg/kg, yang merupakan MPL yang sama untuk persetujuan hidrogen peroksida yang ada [8]. Tujuan penelitian ini adalah untuk

mengetahui perbedaan nilai kadar air dan pengaruh pemberian konsentrasi hidrogen peroksida (H_2O_2) dan lama perendamannya.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah limbah padat makanan yang berasal dari kedai KAMIE (resto mie) yang ada di Jl. Manunggal no 14, Sudimoro, Kota Malang, Hidrogen peroksida (H_2O_2), aquades. Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah kamera *handphone*, gelas beaker, gelas ukur, neraca analitik, gelas kultur jaringan, kertas saring digunakan untuk menyaring sampel, stopwatch, cawan petri, oven, desikator, kertas saring.

Metode

Penelitian ini menggunakan strategi uji coba (eksperimen) [9]. Pengujian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua unsur. Faktor pertama adalah variasi konsentrasi larutan H_2O_2 terdiri dari 5 taraf perlakuan dengan konsentrasi 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%. Faktor kedua adalah lama perendaman di dalam larutan Hidrogen Peroksida yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0, 2, 4, dan 6 jam perendaman. terdapat 20 kombinasi dengan 2 kali ulangan, sehingga perlakuan berjumlah 40 unit.

Cara Kerja

Persiapan Sampel: Pengambilan sampel limbah makanan yang digunakan adalah limbah makanan berupa sisa sayur-sayuran dan rempah teh yang tidak digunakan lagi dan bukan bekas sisa makanan orang. Limbah makanan ditimbang setiap harinya di kumpulkan $\pm$ selama 14 hari. Kemudian dicuci bersih lalu dipotong kecil-kecil (dicincang). Setelah itu limbah makanan dikering udarakan selama dua hari atau lebih sampai benar benar kering. Setelah kering, siap untuk dianalisis.

Pengenceran Larutan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dan Delignifikasi: Disiapkan larutan hydrogen peroksida (H_2O_2) dengan konsentrasi 50%, kemudian dilakukan pengenceran dengan 4 variasi konsentrasi yaitu: 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%.

Dilanjutkan dengan proses delignifikasi sampel. Sampel limbah makanan yang telah dikeringkan ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kultur dan ditambahkan larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) sesuai dengan kombinasi dua faktor yaitu konsentrasi yang telah ditentukan dan lama perendaman (0 jam, 2 jam, 4 jam, dan 6 jam). Limbah padat makanan teroksidasi yang didapat kemudian dicuci dengan 500 ml aquadest pada kertas saring, dikeringkan di oven pada suhu $50^\circ C$ selama 24 jam.

Analisis Kadar Air: Analisis kadar air dilakukan dengan cara cawan ditimbang. Sampel hasil ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam cawan kering, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu $105^\circ C$ selama 4 jam + 60 menit, didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan diukur. Selanjutnya cawan dan sampel dimasukkan kembali di dalam oven selama $\pm$ 30 menit pada suhu $105^\circ C$ hingga beratnya stabil. Kemudian didinginkan kembali menggunakan desikator selama 10 menit dan diukur. Kadar air ditentukan menggunakan rumu [10]:

$$Kadar\ air = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots 1)$$

keterangan:

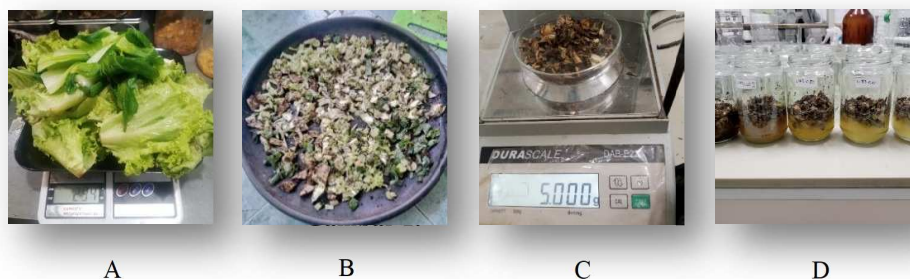
A = Berat sampel awal (gr)

= (berat cawan rimbang kosong + sampel) – berat cawan

B = Berat sampel kering/stabil (gr)

Hasil dan Diskusi

Delignifikasi Serat Limbah Padat Makanan: Hasil dari serat limbah padat makanan yang didapat dari sisa sayur-sayuran dan serbuk ampas teh yang telah dikumpulkan setiap harinya selama kurun waktu 14 hari, dan perlu ditegaskan bahwa limbah makanan yang diambil bukan dari sisa makanan orang, melainkan sisa olahan bahan makanan. Delignifikasi dilakukan pada serat limbah padat makanan yang dicincang dan dikeringkan selama ± 3 hari, kemudian seharusnya dilakukan penggilingan hingga halus seperti tepung pada umumnya. Tetapi karena penelitian ini juga bersifat eksperimen maka sampel dibiarkan apa adanya setelah didapat hasil sampel keringnya seperti yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. (A.) Limbah sisa sayur-sayuran, (B.) Sampel yang di cincang, (C.) Sampel yang di timbang setelah kering, (D.) Proses delignifikasi/perendaman.

Proses delignifikasi menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) yang sudah dilakukan pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi yang diinginkan yaitu 0%, 0,25%, 0,75%, dan 1,% pada media aquadest 100 ml, diinokulasikan pada biomasa serat limbah padat makanan tersebut dengan kombinasi waktu perendaman yaitu 0, 2, 4, dan 6 jam. Sampel limbah makanan ditimbang seberat 5 gram, direndam pada larutan H_2O_2 yang telah dilarutkan, kemudian didiamkan sesuai kontrol dan perlakuan yang ditetapkan.



Gambar 2. Hasil bahan baku tepung setelah proses delignifikasi

Setelah proses perendaman atau delignifikasi kemudian sampel di keringkan pada oven selama 24 jam dengan suhu $105^{\circ}C$, setelah kering maka sudah didapat hasil untuk bahan baku tepung delignifikasi serat limbah padat makanan menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) seperti yang disajikan pada Gambar 2.

Hidrogen peroksida diketahui bereaksi dengan lignin dalam kondisi basa dan telah banyak digunakan untuk memutihkan pulp dengan kandungan lignin tinggi selama bertahun-tahun. Efek pemutihan dari hidrogen peroksida telah diyakini dengan kemampuannya bereaksi dengan berbagai

struktur yang mengandung karbonil struktur dalam lignin. Reaksi ini telah dijelaskan oleh reaksi anion hidroperoksida (HOO^-), yang terbentuk dalam medium basa. berdasarkan kesetimbangan: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HO}^- \leftrightarrow \text{HOO}^- + \text{HO}_2$ dimana $\text{pK}_a = 11,6$ pada 25°C . Anion ini merupakan nukleofil kuat dan lebih suka menyerang gugus etilen dan karbonil yang ada dalam lignin selama pemutihan. Akibatnya, kromofor seperti kuinon, sinamaldehid, dan keton terkonjugasi cincin diubah menjadi spesies non-kromogenik dalam larutan basa [11]. Di sisi lain, hidrogen peroksida tidak stabil dalam kondisi basa dan mudah terurai, terutama dengan adanya logam transisi tertentu.

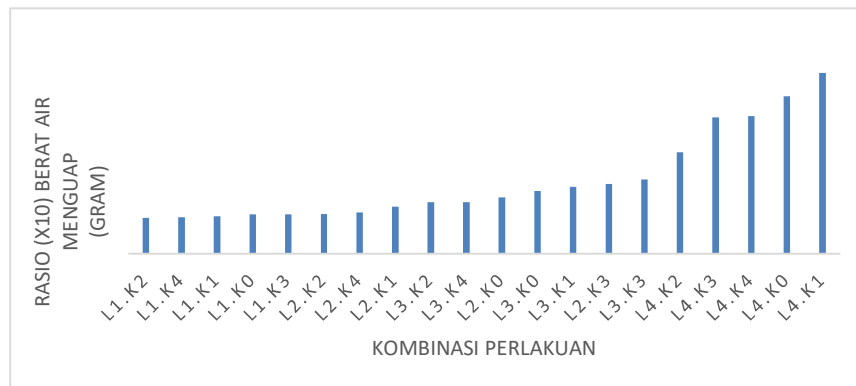
Karena kemampuannya mendelignifikasi lignin, enzim peroksidase pertama kali dioksidasi oleh H_2O_2 untuk membentuk zat antara. Zat ini kemudian direduksi oleh elektron dan membentuk zat kedua yang bersifat radikal. Zat kedua kemudian mengoksidasi substrat berikutnya dengan elektron, menyelesaikan siklus katalik. Senyawa veratril alkohol juga merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur. Subtrat tertentu yang tidak dapat dioksidasi oleh lignin peroksidase ditemukan teroksidasi dengan adanya veratril alkohol dalam campuran inkubasi [12]. H_2O_2 dan veratril alkoholdikatakan sebagai mediator dalam proses biodelignifikasi [13].

Analisis Kadar Air: Berdasarkan hasil analisis perbedaan kadar air sampel limbah makanan pada Tabel 2. Rata-rata *nilai-p* yang diperoleh pada lama perendaman senilai $3,54 \times 10^{-7}$ dan pada konsentrasi senilai 0,131271. ($P < 0,5$) menunjukkan bahwa pemberian perlakuan faktor konsentrasi dan lama perendaman hidrogen peroksida (H_2O_2) terdapat pengaruh terhadap kadar air tepung delignifikasi serat limbah makanan, tetapi hanya lama perendaman memiliki pengaruh nyata terhadap kadar air sampel limbah makanan. Sementara pemberian konsentrasi larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air sampel limbah makanan.

Tabel 2. Hasil ANOVA faktorial (Tanpa Replikasi Rerata Duplo Y.10)) menurut Aplikasi MS Excel

Sumber Variasi	SS	df	MS	F	Nilai-P	F kritis
Lama Perendaman	2546,697	3	848,8991	52,60392	$3,54 \times 10^{-7}$	3,490295
Konsentrasi	141,6033	4	35,40081	2,19369	0,131271	3,259167
Acak	193,6508	12	16,13756			
Total	2881,951	19				

Hal ini juga sesuai dengan pernyataan [10], pada penelitiannya menghasilkan kisaran kadar air pati ganyong alami dan teroksidasi adalah 12,19% hingga 12,62% pada beberapa konsentrasi H_2O_2 (0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%), berdasarkan hasil pengujian kadar air diketahui bahwa perbedaan penambahan konsentrasi H_2O_2 tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($P > 0,05$) terhadap kadar air pati ganyong alami dan teroksidasi.



Gambar 3. Rata-rata pengukuran rasio (x10) berat air menguap 105°C (Duplo).

Pada Gambar 3. Dari rata-rata 2 kali pengulangan yang kemudian dikalikan 10. Pengalihan 10 pada seluruh data bertujuan untuk melanjutkan pada tahapan analisis berikutnya. Data yang sudah normal selanjutnya dianalisis menggunakan Uji Chi-Kuadrat (χ^2) untuk mengetahui pengaruh nyata pada masing-masing perlakuan.

Jika dilihat dari kombinasi 1, hasil terendah diperoleh dari kombinasi perlakuan L1.K2 (lama perendaman 0 jam dengan konsentrasi 0,5%) yaitu 0,099gram. Sedangkan hasil tertinggi diperoleh dari kombinasi perlakuan L4.K1 (lama perendaman 6 jam dengan konsentrasi 0,25%) yaitu 0,498gram. Perbedaan konsentrasi pada masing-masing kombinasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat air yang menguap pada sampel limbah serat malanan ini.

Berat air yang menguap menunjukkan kadar air yang terlepas dari sampel. Semakin tinggi kadar berat air yang menguap menunjukkan kadar air yang tersisa pada sampel semakin kecil. Rendahnya kadar air pada sampel dapat menjadi indikator awetnya suatu sampel. Pada penelitian ini bila mengacu dengan rumus yang sudah ditentukan dari masing-masing perlakuan didapatkan hasil kadar air terendah 9,9% pada L1K2 dan kadar air tertinggi 49,8% pada L4.K1.

Kadar air merupakan salah satu aspek terpenting pada produk berbahan dasar tepung, karena berkaitan erat dengan umur simpan produk. Kadar air di atas 12 % dapat merangsang pertumbuhan mikroba, sedangkan kadar air yang rendah dapat meningkatkan umur simpan [14]. Meningkatnya kadar air diduga disebabkan karena semakin lama perendaman maka aktivitas penyerapan juga semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pada proses perendaman, karbohidrat diubah menjadi gula sederhana yang kemudian diubah menjadi energi bersama dengan produk samping berupa metabolit, alkohol, asam, karbon dioksida (CO_2), dan air (H_2O), sehingga meningkatkan kadar air di bahan kering. Dengan kata lain, tingginya kadar air disebabkan karena semakin lama proses perendaman maka konversi glukosa menjadi CO_2 dan H_2O semakin tinggi [15].

Begitu juga dengan pengaruh pemberian konsentrasi yang hasil kadar airnya justru lebih tinggi ada pada konsentrasi larutan yang terendah yaitu 0,25%, Hal ini diduga kuat karena proses pengeringan pada oven yang tidak merata, dengan kendala yang seharusnya pengeringan diletakkan pada wadah atau loyang oven yang cukup luas tetapi diletakkan pada gelas kaca untuk kultur.

Kesimpulan

Perbedaan nilai kadar air yang diperoleh dari faktor lama perendaman memiliki pengaruh nyata terhadap nilai kadar air limbah padat makanan ($P= 3,54 \times 10^{-7}$). Kadar air tertinggi yaitu 0,498gram dengan perlakuan lama perendaman enam jam dengan konsentrasi 0,25%, dan kadar air terendah yaitu 0,099gram dengan perlakuan lama perendaman 0 jam dengan konsentrasi 0,5%. Sedangkan pemberian faktor konsentrasi larutan Hidrogen peroksida H_2O_2 yaitu konsentrasi 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75% dan 1% tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air sampel limbah makanan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil signifikansi $P=0,131$ atau lebih dari taraf signifikan ($P>0,05$).

Daftar Pustaka

- [1] Hermanu, B. 2022. Pengelolaan Limbah Makanan (*Food Waste*) Berwawasan Lingkungan Environmentally Friendly Food Waste Management. *Jurnal Agrifoodtech*. 1(1): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.56444/agrifoodtech.v1i1.52>
- [2] Economist Intelligence Unit. 2016. The new business imperative: Using the Internet to boost your bottom line. viewed, 24.
- [3] Safitri, P A., Apriyanto, A dan Supriyani, N. 2018. Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2018: Pengelolaan Sampah di Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta.
- [4] Kementan RI. 2019. Indonesia Peringkat Kedua Penghasil Food Waste Terbesar di Dunia. [Situs web Kementerian Pertanian Republik Indonesia]. Diakses pada 23 Juli 2024, dari <https://pertanian.go.id/>

- [5] Amrullah, F. A. Linman, dan Erwanto, 2015. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Sumber Karbohidrat pada Silase Limbah Sayuran Terhadap Kadar Lemak Kasar, Serat Kasar, Protein Kasar dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3(4): 221-227. URL: <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT/article/view/1102/1007>
- [6] Dewi, I. A., A. Ihwah, H. Y. Setyawan, A. A. N. Kurniasari, dan A. Ulfah. 2019. Optimasi Proses Delignifikasi Pelepah Pisang untuk Bahan Baku Pembuatan Kertas Seni. *Sebatik*. 23(2): 447-454. URL: <https://jurnal.wicida.ac.id/index.php/sebatik/article/view/797>
- [7] Syauqi A., S. Fatima, dan D. Choirh. 2022. The Delignification of Plants Residual Saccharification Growth by the Fungal Consortium: A Practical Approach. *Int. Journal of Renewable Energy Development (IJRED)*. 11(1): 63-69. DOI: [10.14710/ijred.2022.37768](https://doi.org/10.14710/ijred.2022.37768)
- [8] Food Standart Australia Newzeeland, 2011. Risk and Technical Assessment Report – Application A1068 Hydrogen Peroxide as a Processing Aid. URL: <https://www.foodstandards.gov.au/sites/default/files/food-standards-code/applications/Documents/A1068%20A1068%20Hydrogen%20Peroxide%20as%20a%20PA%20SD1%20Risk%20Tech%20assess.pdf>
- [9] Sugiyono, P. D. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- [10] Khasanah U., A. Hintoro, dan Y. B. Pramono. 2020. Pengaruh Oksidasi Menggunakan H₂O₂ Terhadap Kadar Air dan Derajat Kecerahan Pati Ganyong (*Canna edulis kerr.*). *Jurnal Teknologi Pangan*. 4(1): 13-16. DOI: <https://doi.org/10.14710/jtp.2020.23464>
- [11] Dence C.W., 1996. *Kimia Pemutihan Pulp Mekanis Dalam: Dance, CW. Reeve VW (Eds.), Pemutihan Prinsip dan Praktek*. Tappi Press, Atlanta, GA, hal. 349-361.
- [12] Fadilah, Distantina, S., Artati, E.K., dan Jumari, A. 2008. Biodelignifikasi Batang Jagung dengan Fungi Pelapuk Putih *Phanerochaete chrysosporium*. *Ekulibrium* 7 (1): 7-11. URL <https://jurnal.uns.ac.id/ekulibrium/article/view/49497/30419>
- [13] Koduri, R.S. dan Tien M. 1994 Kinetic Analysis of Lignin Peroxidase: Explantation for the Mediation Phenomenon by Veratryl Alcohol. *Biochemistry* 33(14):4225-30. doi: [10.1021/bi00180a016](https://doi.org/10.1021/bi00180a016). PMID: 8155638.
- [14] Aryee FNA, Oduro I, Ellis WO, Afuakwa JJ. 2006. The Physico- Chemical Properties Of Flour Samples From The Roots Of 31 Varieties Of Cassava. *J. Food Kontrol*. 17: 916-922. DOI <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.06.013>
- [15] Iksan, A. 2015. Delignifikasi Serbuk Kayu Jati Putih (*Gmelina arborea* Roxb.) Menggunakan Fungi *Phanerochaete Chrysosporium* yang Diiradiasi Gamma. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. URL: <https://www.repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/43442>