

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK MENGGUNAKAN KOAGULAN BIJI PEPAYA (*CARICA PAPAYA L.*) UNTUK MENURUNKAN KADAR FOSFAT

Idi Amin¹, Syardah Ugra Al-Adawiyah², Dina Ainun Zainuddin³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar
Idi.amin@atim.ac.id¹, dinaainun27@gmail.com³

ABSTRAK

Dalam limbah cair domestik, salah satu bahan pencemar adalah fosfat. Penurunan kadar fosfat dapat dilakukan dengan penambahan koagulan. Salah satu koagulan alami berasal dari biji pepaya. Biji pepaya mengandung polimer alami berupa protein yang dapat berfungsi sebagai polielektrolit alami yang bekerja dalam proses penurunan karakteristik pencemar kimia dalam limbah. Penggunaan koagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) memiliki berbagai kelebihan diantaranya adalah bahan yang mudah diperoleh, ramah lingkungan dan mudah terurai oleh mikroorganisme karena berasal dari alam (biodegradable). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui penurunan kadar fosfat pada air limbah domestik dengan menggunakan koagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Air Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan, Mineral Logam dan Maritim, Laboratorium Pengujian dan Pengolahan Limbah Politeknik ATI Makassar dan Laboratorium Riset UIN Alauddin Makassar pada 20 Juli – 03 Agustus 2022. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan koagulan dari biji pepaya dengan variasi ukuran partikel (60 mesh, 70 mesh dan 80 mesh) dan dosis koagulan (0,5 gram, 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram) menggunakan alat jar test kemudian diuji penurunan kadar fosfat pada limbah cair domestik menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, diperoleh masing-masing kadar fosfat ukuran 60 mesh dengan dosis 0,5 g; 1 g; 1,5 g; 2 gram yaitu 0,9280; 0,8777; 0,8754; 0,6508 (mg L⁻¹). Untuk ukuran 70 mesh dosis 0,5 g; 1 g; 1,5 g; 2 gram yaitu 0,6837; 0,6677; 0,4354; 0,4025 (mg L⁻¹). Untuk ukuran 80 mesh dosis 0,5 g; 1 g; 1,5 g; 2 gram yaitu 0,4674; 0,3981; 0,2806; 0,2377 (mg L⁻¹). Dari parameter penambahan biji pepaya untuk menurunkan konsentrasi fosfat yang paling optimum adalah pada ukuran partikel 80 mesh dengan dosis 2 gram.

Kata kunci: Limbah cair domestik, fosfat, koagulan biji pepaya, pencemar kimia, protein.

ABSTRACT

In domestic liquid waste, one of the contaminants is phosphate. A decrease in phosphate levels can be carried out with the addition of coagulants. One of the natural coagulants comes from papaya seeds. Papaya seeds contain a natural polymer in the form of proteins that can function as natural polyelectrolytes that work in the process of decreasing the characteristics of chemical pollutants in waste. The use of papaya seed coagulant (*Carica papaya L.*) has various advantages including materials that are easy to obtain, environmentally friendly and easily decomposed by microorganisms because they are of natural origin (biodegradable). Therefore, the purpose of this study is to determine the decrease in phosphate levels in domestic wastewater using papaya seed coagulants (*Carica papaya L.*). This research was conducted at Laboratorium Air Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan, Mineral Logam dan Maritim, Laboratorium Pengujian Mineral dan Lingkungan Politeknik ATI Makassar and Laboratorium Riset UIN Alauddin Makassar on July 20 – August 03, 2022. This study was conducted using an experimental method using coagulants from papaya seeds with variations in particle size (60 mesh, 70 mesh and 80 mesh) and coagulant doses (0.5 grams, 1 grams, 1.5 grams and 2 grams) using a jar test tool then tested for a decrease in phosphate levels in domestic liquid waste using a UV-Vis spectrophotometer.

Based on the results of the experiments carried out, obtained each phosphate content of 60 mesh size at a dose of 0.5 g; 1 g; 1.5 g; 2 g that is 0.9280; 0.8777; 0.8754; 0.6508 (mg L^{-1}). For a size of 70 mesh dose 0.5 g; 1 g; 1.5 g; 2 g that is 0.6837; 0.6677; 0.4354; 0.4025 (mg L^{-1}). For a size of 80 mesh dose 0.5 g; 1 g; 1.5 g; 2 g that is 0.4674; 0.3981; 0.2806; 0.2377 (mg L^{-1}). From the parameters of adding papaya seeds to lower the most optimal phosphate concentration is at a particle size of 80 mesh at a dose of 2 g.

Keywords: Domestic liquid waste, phosphates, papaya seed coagulants, chemical pollutants, proteins.

PENDAHULUAN

Kota Makassar memiliki laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,4 juta jiwa pada tahun 2021 dan diperkirakan akan mencapai jumlah 1,6 juta jiwa pada tahun 2025 (Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan, 2021). Pembuangan limbah yang tidak terkendali dari berbagai aktivitas manusia menyebabkan penurunan kualitas perairan. Selain itu, terjadinya peningkatan bahan pencemar khususnya pencemar kimia yang dapat membahayakan kesehatan manusia, biota perairan, dan makhluk hidup lainnya. Salah satu pencemar kimia pada limbah cair domestik yaitu fosfat. Fosfat berasal dari aktivitas manusia seperti penggunaan deterjen atau sabun. Penggunaan deterjen atau sabun yang tinggi menyebabkan kadar fosfat pada air juga tinggi. Apabila kadar fosfat melebihi baku mutu di perairan, akan menyebabkan pertumbuhan alga atau eutrofikasi sehingga konsentrasi oksigen dalam badan air sedikit yang berdampak pada kematian biota air.

Bahan yang digunakan dalam pengolahan air limbah domestik dapat berupa koagulan alami dari biji pepaya (*Carica papaya L.*). Biji pepaya mengandung polimer alami berupa protein yang dapat berfungsi sebagai polielektrolit alami yang bekerja dalam proses penurunan karakteristik pencemar kimia dalam limbah. Bahan ini berfungsi untuk mendestabilkan partikel-partikel koloid di dalam limbah dan dapat menyerap materi organik terlarut menjadi partikulat aglomerat (Ningsih, 2020).

Analisa fosfat diperlukan untuk mengetahui besar nilai fosfat pada limbah cair domestik. Penambahan koagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) akan menurunkan kadar fosfat yang tinggi sehingga tidak merangsang pertumbuhan alga yang berlebihan yang menyebabkan terbatasnya oksigen terlarut dan kesuburan tanaman pada perairan. Penggunaan koagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) memiliki berbagai kelebihan diantaranya adalah bahan yang mudah diperoleh, ramah lingkungan dan mudah terurai oleh mikroorganisme karena berasal dari alam (*biodegradable*).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian terkait pengolahan limbah cair domestik dalam penurunan kadar fosfat dengan menggunakan koagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadikan biji pepaya (*Carica papaya L.*) sebagai alternatif yang dapat menggantikan penggunaan koagulan kimia dalam pengolahan limbah cair domestik sehingga limbah cair dapat dengan aman dibuang ke lingkungan tanpa menimbulkan masalah baru.

METODE PENELITIAN

Tahap Preparasi

Dibersihkan biji pepaya dengan air kemudian dipanaskan pada oven dengan suhu 105°C selama 5 jam dan dengan suhu 50°C selama 16 jam. Diblender biji pepaya hingga menjadi serbuk. Dihaluskan kembali serbuk dengan lumpang dan alu. Setelah itu, diayak serbuk dengan ayakan yang berukuran 60 mesh, 70 mesh dan 80 mesh. Serbuk biji pepaya disimpan dalam desikator dan digunakan sebagai koagulan.

Tahap Analisa Proksimat Biji Pepaya (SNI 01-2891-1992)

1. Kadar air : Untuk pengujian kadar air terlebih dahulu cawan petri di oven selama 1 jam pada suhu 105°C , kemudian cawan petri disimpan dalam desikator untuk menghilangkan uap air pada biji pepaya kemudian ditimbang, selanjutnya sampel ditimbang sebanyak 2,0395 gram dalam cawan petri yang sudah dikeringkan. Sampel kemudian dimasukkan kembali ke oven selama 3 jam pada suhu 105°C , lalu dimasukkan ke dalam desikator kemudian ditimbang kembali. Dilakukan pengulangan prosedur hingga diperoleh bobot yang konstan.

2. Kadar abu : Untuk pengujian kadar abu, terlebih dahulu cawan porselen di oven selama 1 jam pada suhu 105°C , kemudian cawan porselen didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air kemudian ditimbang, sampel ditimbang sebanyak 2,0448 gram dalam cawan porselen yang sudah dikeringkan. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam tanur suhu 550°C selama 3 jam lalu didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang kembali. Dilakukan pengulangan hingga diperoleh bobot yang konstan.

3. Kadar protein : Pengujian kadar protein dilakukan berdasarkan metode Kjeldahl. Sebanyak 0,5039 gram sampel serbuk biji pepaya dimasukkan ke labu uji, kemudian ditambahkan reagen destruksi yang terdiri atas 12,5 mL H_2SO_4 serta tablet katalis. Dilakukan proses destruksi selama 2 jam. Kemudian ditambahkan indikator PP sebanyak 3 tetes. Setelah itu dilakukan proses distilasi-titrasi. Sampel yang telah didinginkan tadi, ditempatkan pada rangkaian alat. Kemudian dilakukan proses distilasi

selama 5 menit atau saat larutan hasil destilat telah mencapai 150 mL. Penampungan destilat sebanyak 10 mL larutan H_3BO_3 . Kemudian, destilat yang telah diperoleh dititrasikan menggunakan HCl 0,1 N. Terakhir ditentukan kadar protein dengan perhitungan menggunakan faktor konversi 6,25.

Tahap Koagulasi-Flokulasi

Limbah cair domestik sebanyak 250 mL dimasukkan ke dalam masing-masing gelas kimia. Kemudian dilakukan penambahan koagulan biji pepaya dengan ukuran partikel 60 mesh dengan dosis koagulan 0,5 gram; 1 gram; 1,5 gram dan 2 gram. Setelah itu, dilakukan proses pengadukan cepat dengan *jar test* kecepatan 100 rpm selama 5 menit. Lalu, dilakukan proses pengadukan lambat dengan *jar test* kecepatan 40 rpm selama 24 menit. Selanjutnya dilakukan proses sedimentasi selama 60 menit. Setelah proses sedimentasi kemudian dianalisis kadar fosfat. Dilakukan hal yang sama untuk koagulan biji pepaya dengan ukuran partikel 70 mesh dan 80 mesh.

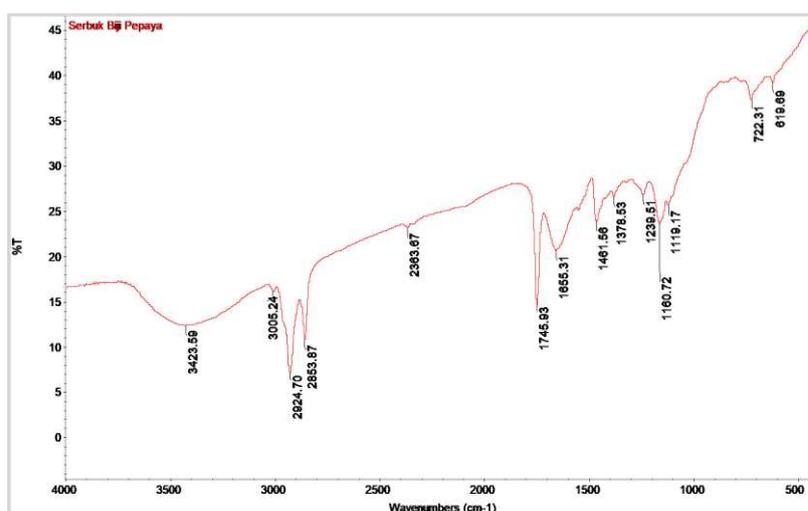
Tahap Uji Kadar Fosfat (SNI 06-6989.31-2005)

Membuat H_2SO_4 5N sebanyak 125 mL pada gelas kimia. Ditambahkan larutan kalium antimonil tartrat pada gelas kimia berisi H_2SO_4 5N. Selanjutnya dimasukkan larutan ammonium molibdat pada gelas kimia. Terakhir dimasukkan larutan asam askorbat pada gelas kimia yang berisi H_2SO_4 5N, larutan kalium antimonil tartrat dan larutan ammonium molibdat lalu dihomogenkan. Dipipet larutan campuran sebanyak 8 mL pada masing-masing sampel air limbah domestik setelah proses koagulasi. Setelah 30 menit, dilakukan pengujian dengan spektrofotometer UV-VIS (pengukuran tidak boleh dilakukan lebih dari 2 jam). Dilakukan pengujian dengan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 880 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian untuk analisis karakterisasi dari biji pepaya (*Carica papaya L.*) diperoleh persen kadar air sebanyak 18,84%, kadar abu sebanyak 1,56%, dan kadar protein sebanyak 23,89%. Proses penentuan kadar air menggunakan metode gravimetri yaitu biji pepaya dipanaskan pada suhu tertentu sehingga air akan menguap dan menunjukkan berat konstan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan daya simpan bahan pangan tersebut, kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri untuk berkembang biak dan akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Arsyad, 2018). Apabila kandungan air biji pepaya besar, maka kemampuannya dalam menyerap limbah cair semakin kecil (Setyawati dkk, 2018). Penentuan kadar abu dilakukan dengan metode gravimetri yaitu dengan mengoksidasi zat-zat organik dengan suhu tinggi kemudian melakukan penimbangan zat-zat tertinggal. Kadar abu pada bahan menggambarkan kandungan mineral dari bahan (Sudarmadji, Haryono dan Suhardi, 2003). Penentuan kadar protein dilakukan secara kjeldahl untuk mengetahui kadar protein kasar secara tidak langsung pada bahan, yaitu dengan mengalikan hasil analisis dengan angka konversi sehingga akan diketahui nilai protein dalam bahan tersebut (Persson, 2008).

FTIR (*Fourier Transformed Infrared Spectroscopy*) adalah metode yang diterapkan untuk menganalisis bahan organik dan anorganik. Selain itu, untuk menentukan pasangan ikatan kovalen dan gugus fungsi dalam suatu bahan.



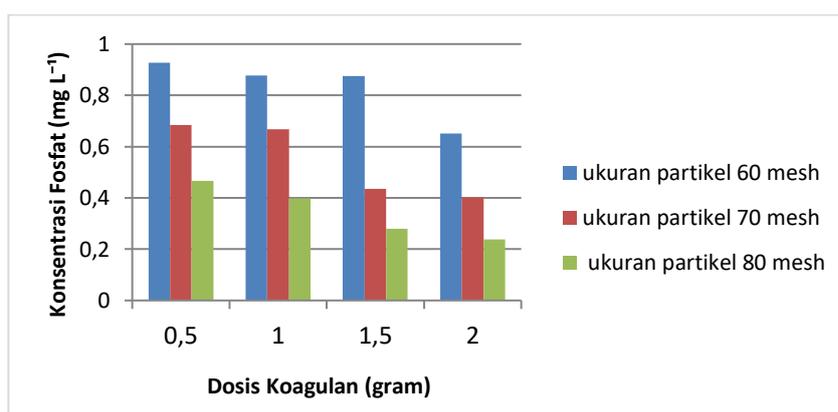
Gambar 1. Puncak IR gugus fungsional koagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*)

Hasil elusidasi spektra IR serbuk biji pepaya (*Carica papaya L.*) menunjukkan bahwa keberadaan ikatan O-H pada bilangan

gelombang $3423,59\text{ cm}^{-1}$, ikatan C=O pada bilangan gelombang $1745,93\text{ cm}^{-1}$, ikatan N-H pada bilangan gelombang $1655,31\text{ cm}^{-1}$ dan ikatan C-O pada bilangan gelombang $1119,17\text{ cm}^{-1}$.

Ikatan O-H dan C-O menegaskan keberadaan gugus hidroksil dan asam karboksil. Ikatan N-H menegaskan keberadaan gugus amina yang menunjukkan potensi kandungan protein, data ini diperkuat dengan hasil analisis proksimat yang menunjukkan kadar protein pada biji pepaya (*Carica papaya L.*) sebesar 23,89 %, kedua data ini membuktikan bahwa biji pepaya (*Carica papaya L.*) berpotensi untuk digunakan sebagai koagulan.

Biji pepaya memiliki protein yang bermuatan positif. Adanya protein pada biji pepaya yang memiliki gugus amina ($-\text{NH}_2$) pada pH asam akan mengalami protonasi menjadi ($-\text{NH}_3^+$) dan bertindak sebagai polielektrolit kationik (Kristianto, Kurniawan dan Soetedjo, 2018). Apabila muatan koloid serupa maka akan saling tolak-menolak, sebaliknya ion yang berbeda muatan akan saling tarik-menarik. Prinsip perbedaan muatan antara koagulan dan koloid inilah yang menjadi dasar proses koagulasi. Semakin tinggi muatan ion yang berbeda semakin cepat terjadinya koagulasi (Setyawati dkk, 2018). Zat organik dalam air limbah memiliki muatan negatif mengikat dengan ion positif yang terkandung dalam koagulan biji pepaya dan membuat sistem koloid di dalam air menjadi tidak stabil. Ikatan ini akan membentuk flok yang lebih besar setelah proses pengadukan yang lambat karena partikel-partikelnya bertabrakan satu sama lain dan tetap bersatu untuk kemudian mengendap sebagai sedimen (Elpani dkk, 2020).



Gambar 2. Pengaruh dosis koagulan dan ukuran partikel terhadap fosfat

Pada gambar 2 terjadi penurunan konsentrasi fosfat pada tiap dosis dan ukuran partikel koagulan biji pepaya. Berdasarkan dosis dan ukuran partikel terbaik dalam menurunkan konsentrasi fosfat yaitu pada dosis 2 gram dengan ukuran partikel 80 mesh. Hal ini terjadi karena, dengan bertambahnya dosis koagulan biji pepaya semakin menurunkan konsentrasi fosfat. Menurut Andre, Wardhana, dan Sutrisno (2015), semakin bertambahnya dosis koagulan biji pepaya maka kandungan fosfat pada sampel air limbah semakin menurun. Akan tetapi apabila dosis yang diberikan berlebihan maka konsentrasi fosfat akan meningkat. Selain itu berdasarkan ukuran partikel dari koagulan biji pepaya menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka semakin baik tingkat penurunan konsentrasi fosfat. Menurut Deepthi, Sarala, dan Mukkanti (2015), faktor yang berpotensi menyebabkan penurunan konsentrasi fosfat adalah standarisasi metode persiapan koagulan terkait morfologinya seperti ukuran partikel dan bentuk permukaan ikat.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa untuk penurunan kadar fosfat pada air limbah domestik dengan menggunakan koagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) dapat dilakukan dengan melakukan penambahan dosis koagulan sebanyak 2 gram dengan ukuran partikel 80 mesh. Pada nilai tersebut diperoleh hasil penurunan kadar fosfat dari $2,1529\text{ mg L}^{-1}$ menjadi $0,2377\text{ mg L}^{-1}$. Berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Domestik No. 68 Tahun 2016 nilai maksimum konsentrasi fosfat sebesar $0,2\text{ mg L}^{-1}$ sehingga hasil penelitian telah sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Saran

1. Melakukan pengujian efektifitas koagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) dengan variasi pH sehingga dapat diketahui pH yang optimum.
2. Melakukan aktivasi terlebih dahulu terhadap koagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) agar meningkatkan efisiensi penyerapannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kepala Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan, Mineral Logam dan Maritim yang memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan motivasi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andre, Wardhana , I. W., & Sutrisno, E. (2015). Penggunaan Tepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD Pada Air Limbah Usaha Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-5.
- [2] Arsyad, M. (2018). *Pengaruh Pengeringan Terhadap Laju Penurunan Kadar Air dan Berat Jagung (Zea mays L.) Untuk Varietas BISI 2 dan NK22*. *Jurnal Agropolitan*, 44-52.
- [3] Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan. (2021). *Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribuan Jiwa), 2020-2022*. Kota Makassar: Badan Pusat Statistik.
- [4] Badan Standardisasi Indonesia. (2005). *Air dan Air Limbah-Bagian 31:Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat SNI 06-6989.31-2005*. Jakarta: Badan Standardisasi Indonesia.
- [5] Badan Standardisasi Nasional. (1992). *Standar Nasional Indonesia Cara Uji Makanan dan Minuman SNI 01-2891-1992*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [6] Deepthi, P., Sarala, D., & Mukkanti, D. (2015). Application of Natural Adsorbents for Wastewater Treatment. *International Journal of Research*, 556-561.
- [7] Elpani, S., Gunawan, M., Aviventi, E., & Sabila, R. (2020). Utilization of Natural Coagulant Substance (Tamarind and Winged Bean Seed) on the Quality of Tofu Wastewater in Muntilan, Magelang. *Indonesian Journal of Chemistry and Environment*, 2.
- [8] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- [9] Kristianto, H., Kurniawan, M., & Soetedjo, J. (2018). Utilization of Papaya Seeds as Natural Coagulant for Synthetic Textile Coloring Agent Wastewater Treatment. *International Journal on Advanced Science Engineering information Technology*, 2071-2077.
- [10] Ningsih, R. N. (2020). *Efektivitas Biji Melon (Cucumis Melo L.) dan Biji Pepaya (Carica Papaya L.) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menurunkan Parameter Pencemar Air Limbah Industri Tahu*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- [11] Persson, J. A. (2008). *Handbook For Kjeldahl Digestion*. Denmark: FOSS.
- [12] Setyawati, H., Kriswantono, M., Nisa, D. A., & Hastuti, R. (2018). Serbuk Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu. *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 21-31.
- [13] Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (2003). *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.