

Nata De Soya Sebagai Solusi Penanganan Limbah Cair Kedelai

Nata de Soya as A Solution for Liquid Waste of Soybean Processing

Nikodemus Gultom^{a,1,*}, Steven Witman^{a,2}, Cahyo Prasetyo^{b,3}

^a Pusat Riset Teknologi Tepat Guna, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jl. KS Tubun No. 5 Subang, Jawa Barat Indonesia, 41213.

^b Pusat Riset Riset Hortikultura dan Perkebunan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong, Jawa Barat Indonesia, 16911.

¹ nikodemusgultom@gmail.com*; ² stevenwitman9@gmail.com; ³ cahyoprasetyo1212@gmail.com

* corresponding author

INFO ARTIKEL

ABSTRACT / ABSTRAK

Sejarah Artikel

Diterima:

13 Maret 2024

Direvisi:

3 Mei 2024

Terbit:

1 Juli 2024

Limbah cair kedelai di Indonesia sudah menjadi masalah serius yang perlu penanganan yang tepat. Sampai saat ini pengelolaan limbah kedelai yang sudah sering dilakukan oleh masyarakat adalah limbah padat yang sering dijadikan pupuk kompos maupun pakan ternak, namun penanganan limbah cair kedelai masih tergolong belum mendapat perhatian khusus. Limbah cair kedelai masih memiliki kandungan gizi yang tergolong tinggi karena sisa dari kandungan gizi kedelai masih menempel pada hasil limbah olahan kedelai, salah satu solusi yang dapat dilakukan dalam penanganan limbah cair kedelai adalah dengan pembuatan *nata de soya*. Olahan *nata de soya* memiliki banyak manfaat yang diperlukan untuk kesehatan manusia karena mengandung protein, karbohidrat, dan kadar serat yang tinggi juga memiliki kadar air yang tinggi. Artikel ini mengumpulkan bukti terkait manfaat serta kandungan dalam nata de soya. Artikel ini menggunakan metode *systematic review* dari berbagai artikel, hasil produk ini dapat menjadi suplemen makanan yang bermanfaat bagi penderita diabetes atau obesitas karena nata memiliki manfaat kesehatan yang signifikan karena kandungan kalornya yang rendah dan tinggi serat

Soybean liquid waste in Indonesia has become a serious problem that needs proper handling. Until now, the management of soybean waste that has often been carried out by the community is solid waste which is often used as compost or animal feed, however, the handling of liquid soybean waste has still not received special attention. Soybean liquid waste still has a relatively high nutritional content because the remaining nutritional content of soybeans is still attached to the processed soybean waste. One solution that can be used to handle soybean liquid waste is to make nata de soya. Processed nata de soya has many benefits necessary for human health because it contains high levels of protein, carbohydrates, and fiber and has high water content. This article collects evidence regarding the benefits and ingredients of nata de soya. The development of the product could be a helpful dietary supplement for those with diabetes or obesity because nata has significant health benefits due to its low calorie and high fiber content.

Kata Kunci: Nata de soya, limbah cair kedelai, karbohidrat, protein, serat.

Keywords: *Nata de Soya, soybean wastewater, carbohydrate, protein, fiber*

1. Pendahuluan

Industri atau pengelolaan tahu masih melakukan pembuangan limbah hasil olahannya secara sembarangan di sekitar lokasi pabrik seperti selokan maupun sungai sehingga mengakibatkan lingkungan tercemar, salah satu dampaknya adalah bau busuk dan pencemaran air di sekitar (Sutriyani dkk, 2003). Jumlah cemaran limbah cair dari pabrik tahu juga beragam dengan rata-rata 15-20 l/kg bahan baku kedelai yang di olah, sedangkan dari bahan pencemaran sebesar 30 l/kg bahan baku kedelai (Prihatiningtyas, 2020).

Menurut aturan Permen. LH Nomor 15 tahun 2008 "Tentang bahan baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengelolaan kedelai" batas kandungan BOD 100 mg/l, COD 300 mg/l. Sementara kandungan yang terdapat pada limbah cair olahan tahu BOD 5643-6870 mg/l, COD 6870-10.500 mg/l, P-Tot 80,5-82,6 mg/l. Dari hasil kandungan tersebut maka kandungan limbah cair tahu telah melebihi batas mutu yang telah ditentukan

oleh pemerintah sehingga perlunya metode pengolahan limbah tahu yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut (Prihatiningtyas, 2020).

Beberapa metode sudah banyak dilakukan dalam penanggulangan limbah cair tersebut salah satunya adalah sebagai penggumpal tahu namun sampai saat ini jumlahnya sangat sedikit dibandingkan hasil limbah yang dikeluarkan, limbah cair tahu atau sering dikenal dengan sebutan *whey* tahu ini memiliki kandungan nutrisi yang penting dan dapat dimanfaatkan sebagai media pembuatan produk nata mengingat jumlah protein yang sangat tinggi juga jumlah limbah cair melimpah yang dapat di manfaatkan (Sarkono, 2018).

Sejauh ini masyarakat sudah banyak melakukan praktik penanganan limbah tahu beberapa diantaranya adalah makanan ternak, pupuk organik dan juga olahan *nata de soya* yang diambil dari limbah cair tahu (Azhari, 2014). Artikel ini mengumpulkan beberapa hasil yang menarik untuk dapat ditarik kesimpulan umum mengenai kandungan yang terdapat dalam limbah cair olahan kedelai dan beberapa artikel yang membuktikan bahwa nata de soya merupakan solusi permasalahan limbah cair olahan tahu yang saat ini menjadi masalah lingkungan serius di Indonesia, selain itu artikel ini menjelaskan secara singkat manfaat kesehatan dari olahan *nata de soya* terhadap tubuh.

1.1 Karakteristik Limbah Cair Tahu

Karakteristik awal limbah tahu dilakukan dengan mengukur parameter kimia dalam limbah tahu, limbah tahu akan dianalisis merupakan limbah cair yang diperoleh melalui penyaringan sari kedelai menjadi gumpalan tahu. Dari hasil analisis kimia yang dilakukan akan dilakukan perbandingan antara baku mutu industri pengelolaan kedelai menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014.

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair Tahu

Parameter	Konsentrasi (mg/l)	Batu Mutu (mg/l)
TSS	936	200
COD	29.700	300
BOD	8.852	150
pH	3,6	6-9

Sumber : Cahyani dkk, 2021

Jika limbah cair dari proses pembuatan tahu tidak ditangani dengan tepat dan efisien, dapat menyebabkan dampak serius terhadap lingkungan, terutama perairan di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh adanya komponen seperti COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik dalam limbah, serta BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang mengukur tingkat pencemaran dengan padatan. Analisis pada karakteristik tabel menunjukkan bahwa konsentrasi TSS, BOD, dan pH melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor Kep-15/MENLH/2008 untuk limbah cair dari kegiatan industri (Cahyani, 2021).

Setelah dilihat dari karakteristik kimia makan selanjutnya karakteristik yang perlu disoroti ialah karaktersitik fisik dari limbah cair tahu yang memiliki warna kuning kecoklatan, memiliki tekstur yang agak lebih kental dibandingkan air murni biasa dan suhu di atas 40°C dikarenakan melalui proses perebusan kedelai. Limbah cair kedelai memiliki aroma asam yang sangat menyengat (Erika dkk, 2003)

Menurut Sugiharto (1994), peningkatan kadar limbah cair tahu di atas standar kualitas disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik seperti protein, karbohidrat, dan lemak. Limbah cair tahu mengandung sekitar 40-60% protein, 25-50% karbohidrat, dan sekitar 10% lemak. Meskipun berpotensi merusak lingkungan, analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa limbah cair tahu masih memiliki komposisi kimia dan potensi gizi yang tinggi. Sebagai contoh, kandungan karbohidrat dalam limbah cair tahu mencapai 2 gram, sementara pada tahu hanya sebesar 0,8 gram. Protein yang masih terdapat dalam limbah cair tahu mencapai 1,75 gram, sedangkan pada tahu jumlahnya mencapai 10,9 gram. Kandungan lemak dalam limbah cair tahu hanya sekitar 1,25 gram,

dibandingkan dengan 4,7 gram pada tahu. Kadar serat kasar dalam limbah cair tahu sangat rendah, hanya sekitar 0,001 gram, sedangkan pada tahu sekitar 0,1 gram. Kandungan kalsium dalam limbah cair tahu juga rendah, hanya sekitar 4,5 gram, dibandingkan dengan 223 gram pada tahu (Budiarti dan Retni, 2008). Dari hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa limbah cair tahu memiliki potensi gizi yang tinggi, meskipun merupakan limbah. Oleh karena itu, limbah cair tahu memiliki potensi yang baik untuk diolah menjadi makanan, terutama untuk *nata de soya*, karena kandungan karbohidrat yang tinggi merupakan media yang baik untuk olahan tersebut, selain vitamin dan mineral yang juga diperlukan (Budiarti dan Retni, 2008).

1.2. *Acetobacter xylinum*

Acetobacter xylinum adalah bakteri aerob yang berfungsi membantu dalam pembentukan *nata de soya*, dalam pembentukannya bakteri bereaksi pada media cair dalam membentuk lapisan yang tebal dengan kurang lebih 1 cm memiliki tekstur yang lembut dan kenyal dan berwarna lebih putih dan cerah. Dalam pembuatan *nata de soya* diperlukan starter yang berfungsi sebagai penambahan bakteri *acetobacter xylinum* sehingga enzim yang dihasilkan lebih tinggi dan hasil *nata de soya* akan maksimal, selain itu ada berbagai alasan untuk penambahan starter yaitu dengan adanya starter maka bakteri asing tidak dapat berkembang dalam proses pembentukan nata (Budiarti dan Retni, 2008).

Acetobacter xylinum dapat berkembang di permukaan media pada pH yang berkisar antara 4 - 4,5 lapisan yang terbentuk dikarenakan adanya reaksi glukosa yang terdapat dalam gula yang kemudian oleh bakteri *acetobacter xylinum* ditarik kemudian di gabungkan dengan asam lemak sehingga membentuk membran sel prekursor, setelah itu terjadi polimerisasi yang sebelumnya glukosa menjadi selulosa dikarenakan fungsi dari enzim dan prekursor yang lepas dari membran sel, selulosa yang bertekstur seperti benang akan bereaksi kembali dengan polisakarida sehingga akan membentuk nata (Urbaninggar dkk, 2021).

Acetobacter xylinum memiliki banyak manfaat untuk menghasilkan dan membuat produk baru yang sangat bermanfaat untuk manusia, banyaknya manfaat *acetobacter xylinum* ini dikarenakan bakteri ini adalah bakteri anaerob fakultatif yang paling sering dimanfaatkan oleh cabang ilmu bioteknologi, juga pemanfaatan yang sering ditemukan di sekitar adalah pembuatan nata salah satunya adalah produk *nata de soya*. *Acetobacter xylinum* memiliki sifat panjang 2 mikron dan dinding yang berlendir dan membentuk *streptobacillus* seperti rantai dengan 6-8 sel.

Menurut Pambayun (2002), bakteri *acetobacter xylinum* akan melewati beberapa fase pertumbuhan yaitu dimulai dari fase adaptasi, fase pertumbuhan awal, fase pertumbuhan eksponensial, fase pertumbuhan lambat, fase pertumbuhan tetap dan terakhir fase menuju kematian.

Fase Adaptasi merupakan fase dimana bakteri mulai melakukan pembesaran tetapi belum pada tahapan pertumbuhan, kemudian dilanjutkan pada fase pertumbuhan adaptasi yang biasa terjadi pada masa 0-24 sejak inokulasi. Fase ini ditandai dengan terjadinya pembelahan sel dengan sangat lambat dan berlangsung beberapa jam. Kemudian dilanjutkan pada fase eksponensial yang berlangsung antara 1-5 hari. Fase ini mengeluarkan enzim ekstraseluler polimerase yang sangat banyak yang akan diperlukan dalam pembentukan polimer glukolosa menjadi selulosa (Yulianingtyas, 2007).

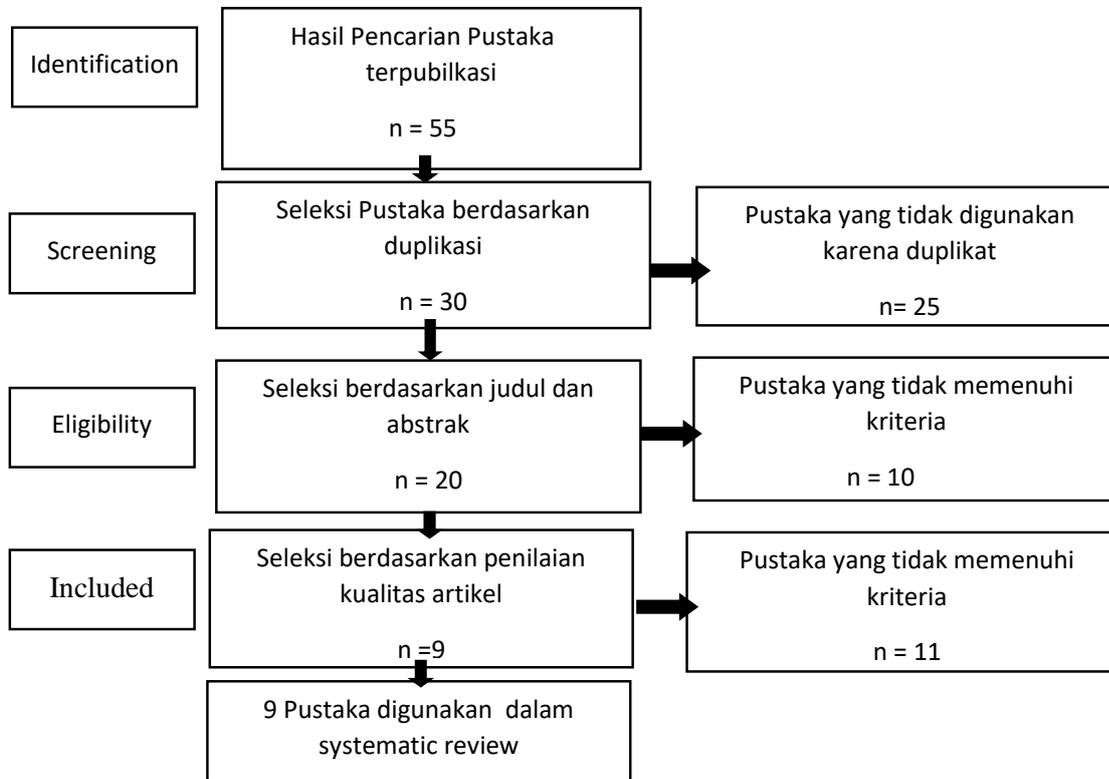
Setelah fase adaptasi, fase pertumbuhan awal dan fase eksponensial selesai dilanjutkan di fase pertumbuhan lambat. Pada fase ini adanya metabolit yang memiliki sifat racun sehingga pertumbuhan bakteri menjadi lebih lambat dan tidak stabil kemudian dilanjut pada fase menuju kematian yaitu pada saat nutrisi dalam media sudah mulai habis dan ketika nutrisi untuk bakteri sudah habis maka fase terakhir adalah fase kematian (Yulianingtyas, 2007).

2. Metodologi

Penelitian ini adalah jenis penelitian kualitatif dengan menggunakan metode *systematic review*. Secara garis besar langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dengan tahapan perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan. Pada tahapan *systematic review* perlu dilakukan penyusunan latar belakang dan tujuan, mencari literatur terkait melakukan *skringing* kualitas literatur serta pada tahap akhir melakukan ekstraksi data hasil yang sudah melalui tahapan *skringing* (Sudirman dkk, 2022). Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2023. Tahapan pertama saat melakukan identifikasi penelitian terdiri atas populasi, intervensi, comparator dan *outcome* atau disebut PICO. Limbah cair termasuk dalam populasi, kandungan gizi sebagai intervensi, pada artikel ini tidak ada comparator, dan pada tahapan *outcome* adalah *nata de soya*. Selanjutnya melakukan analisis menggunakan PRISMA yaitu alat atau panduan dipakai dalam menilai artikel yang dipakai dalam *systematic review* dan *meta analysis*. Pada tahapan ini dilakukan 5 tahapan yang terdiri dari kriteria kelayakan, melihat sumber informasi,

literatur, pengumpulan data dan pemilihan data. Prisma merupakan metode terbaru yang digunakan dalam pemilihan literatur untuk mendapat data yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Sumber data yang di peroleh dilakukan menggunakan kata “atau” atau “dan” untuk kemudian dilakukan pemilihan data yang sesuai dengan kualitas data. Nilai mutu yang baik dari data dapat dinilai dengan keterkaitan metodologi dan hasil dari studi kasus yang didapat sesuai artikel ini.

Berikut Analisis PRISMA dalam artikel ini pada Gambar dibawah ini.



Gambar 2. PRISMA pada Sistematic Review

Pada metode PRISMA setelah dilakukan analisis data diperoleh data sebanyak 55 artikel kemudian dilanjutkan dengan penyaringan duplikat sebanyak 25 dan mendapatkan 30 artikel. Tahapan dilanjutkan dengan *skrining* penyesuaian judul dan abstrak mendapatkan 20 artikel. Dilanjutkan dengan mutu artikel setelah tahapan penjarangan sebanyak 9 artikel. Artikel yang selesai masuk tahap finalisasi dan lolos dalam proses *skrining*.

2. Hasil dan Pembahasan

Artikel yang selesai masuk tahap finalisasi dan lolos dalam proses *skrining*. Hasil olah data dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil Ekstraksi Data pada *Systematic Review*

Analisa	Karbohidrat	Protein	Serat	Sumber
"Limbah cair tahu <i>nata de soya</i> "	53,37%	32,75%	57,5%	(Hidayat dkk, 2015)
	33,3%	-	-	
" <i>Nata de soya</i> "	-	-	54,02	(Purwandari dkk, 2020)
"Pengaruh kadar gula dan lama fermentasi terhadap kualitas <i>nata de soya</i> "	-	3,44%	-	(Tamini dkk, 2015)
"Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Nanas dan Gula pada Karakteristik <i>Nata de Soya</i> dari Limbah Cair Tahu"	-	-	1,2%	(Kuncara dkk, 2017).

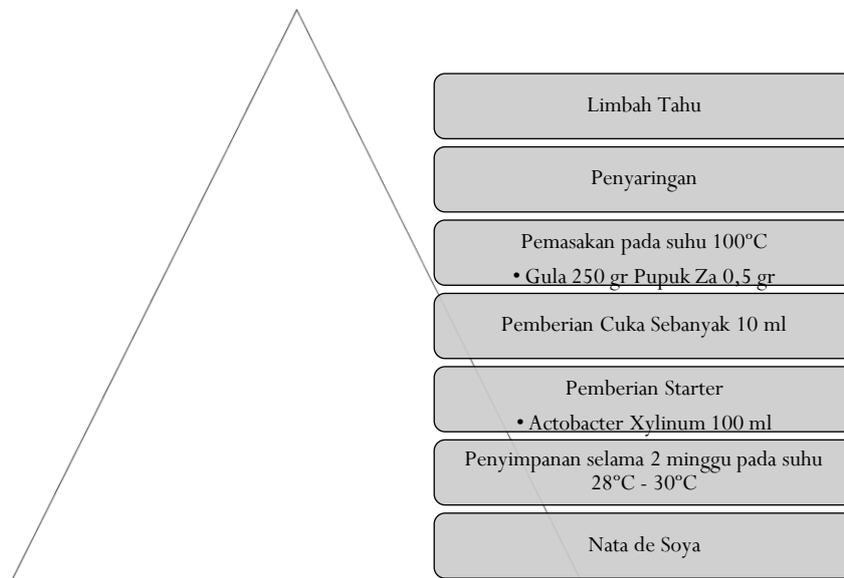
“Pengaruh Penambahan Air Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>) dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik <i>Nata De Soya</i> ”	-	-	1,53%	(Iryandi dkk, 2014)
“Penambahan ekstrak jeruk nipis dan konsentrasi inokulum terhadap karakteristik <i>nata de soya</i> dari limbah cair industri tahu Kabupaten Klaten”	-	-	48,6 %	(Aini dkk,2019)
“Karakteristik <i>Nata De Soya</i> Dari Limbah Cair Tahu dengan Pengaruh Penambahan Ekstrak Jeruk Nipis dan Gula”	-	-	1,18%	(Putri dkk, 2021)
“Karakterisasi dan Analisa Kadar Nutrisi Edible Film dari <i>Nata De Soya</i> dengan Penambahan Kitosan dan Gliserin”	36,48%	0,3371%	17,6068%	(Sari, 2013)
“Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi <i>Nata de Soya</i> ”	2,60%	-	-	(Azhari, 2014)

Pengembangan produk ini dapat menjadi suplemen makanan yang bermanfaat bagi penderita diabetes atau obesitas karena nata memiliki manfaat kesehatan yang signifikan karena kandungan kalornya yang rendah dan tinggi serat. Nama "nata" sendiri merujuk pada pertumbuhan *actobacter xylinum*, yang menginspirasi berbagai variasi olahan seperti *nata de pina* dari jus nanas, *nata de manggo* dari jus mangga, *nata de cacao* dari limbah kakao, *nata de coco* dari air kelapa, dan *nata de soya* dari limbah cair tahu (Pambayun, 2002).

Dengan perhatian yang meningkat terhadap dampak lingkungan yang dihasilkan oleh limbah cair tahu, terutama terhadap ekosistem perairan di Indonesia, pentingnya pengolahan limbah cair untuk mengatasi masalah lingkungan menjadi semakin mendesak (AdackJessy, 2013).

Pemanfaatan nata sebagai solusi alternatif dalam pengelolaan limbah cair tahu di Indonesia menawarkan banyak manfaat, terutama dengan tingkat air nata yang mencapai 98% (Susanti, 2006). Tingginya kandungan air dalam nata bermanfaat untuk memperbaiki metabolisme tubuh, sementara serat yang terkandung di dalamnya membantu dalam penyerapan unsur pencernaan yang tidak terpakai oleh tubuh (Kusharto, 2006).

2.



Gambar 3. Diagram pembuatan Nata de Soya

Gambar di atas merupakan proses pembuatan limbah cair tahu menjadi produk *nata de soya*, pada tahap awal limbah tahu dilakukan penyaringan untuk memperoleh limbah cair tahu, kemudian dilakukan pemasakan atau perebusan pada suhu 100°C, dalam kegiatan perebusan dilakukan penambahan gula 250gr dan Za sebanyak 0,5gr. Setelah selesai tahap perebusan kemudian diberi cuka sebanyak 10 ml dilanjutkan dengan pemberian starter *actobacter xylinum* 100 ml, kemudian hasil olahan rebusan limbah cair yang sudah diberikan starter

dimasukkan ke dalam wadah yang datar untuk masuk ketahapan selanjutnya. Setelah proses pembuatan sudah dilaksanakan kemudian dilanjutkan kedalam tahapan penyimpanan nata selama 2 minggu pada suhu 28°C-30°C. Setelah selesai pada tahap penyimpanan maka *nata de soya* telah siap disajikan dengan penambahan minuman lain sebagai pelengkap dalam penyajian *nata de soya* (Iqbal *et al*, 2022).

4.1 MANFAAT NATA DE SOYA

Nata de soya adalah selulosa bakterial yang memiliki konsistensi hingga 98% memiliki tekstur yang kokoh dan kuat serta termasuk makanan rendah kalori dan kaya akan serat yang sangat baik dikonsumsi oleh penderita diabetes dan obesitas, beberapa manfaat lain terkandung dalam *nata de soya* adalah mengandung antioksidan, memiliki efek anti kanker, mengobati diabetes dan obesitas, anti peradangan pada usus, mencegah penyakit jantung, dan anti penuaan dini.

Karbohidrat yang terkandung dalam *nata de soya* sangat tinggi dan dapat dijadikan sebagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh, karbohidrat dikelompokkan menjadi 2 yaitu kompleks dan sederhana, untuk karbohidrat sederhana terdiri dari monosakarida, disakarida dan oligosakarida sementara untuk karbohidrat kompleks adalah polisakarida dan polisakarida non pati. Dengan sumber karbohidrat yang tinggi tersebut karbohidrat dalam *nata de soya* dapat mengobati atau mencegah penyakit yang berhubungan dengan kekurangan karbohidrat dalam tubuh contohnya adalah penyakit kurang kalori protein, obesitas dan diabetes melitus (Siregar, 2014).

Nata de soya juga memiliki keunggulan dengan tingginya serat yang dimilikinya, serat makanan sangat berpengaruh dalam pelepasan hormon intestinal yang dapat mengikat kalsium, zat besi dan zat organik serta membantu sirkulasi enterohepatik kolesterol, serat juga dapat membantu pencegahan kanker kolon karena serat memiliki zat yang dapat memperlancar pencernaan karena dibantu oleh serat makanan yang akan menyerap air di dalam kolon sehingga pencernaan yang dibutuhkan oleh tubuh lebih cepat dan lancar, dan mengurangi risiko penyakit kanker kolon (Kusharto, 2006).

Selain serat dan karbohidrat yang tinggi *nata de soya* mengandung protein, protein dalam *nata de soya* dapat membantu dalam meningkatkan metabolisme tubuh, dapat membakar lemak dan juga sebagai menu diet juga membantu tubuh dalam pembentukan sel-sel tubuh. Protein yang dibutuhkan oleh tubuh sesuai kebutuhan asupan harian adalah bagi anak usia 1-3 sebanyak 15-20 gr/hari, anak usia 4-12 sebanyak 25-50 gr/hari, remaja 13-18 sebanyak 65-75 gr/hari sementara untuk orang dewasa 60-70 gr/hari (Azwar, 2004).

Nata de soya memiliki potensi yang luas, tidak hanya sebagai bahan minuman, tetapi juga sebagai bahan baku pembuatan kertas. Selain membantu mengurangi masalah limbah cair tahu, penggunaan *nata de soya* untuk pembuatan kertas juga berpotensi untuk mendukung pelestarian hutan. Dengan memanfaatkan *nata de soya* sebagai bahan dasar kertas, penggunaan serat kayu sebagai bahan utama pembuatan kertas dapat dikurangi secara tidak langsung. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pujiarga (2015) menunjukkan bahwa kertas yang dibuat dari *nata de soya* memiliki tingkat elastisitas 1-3%, ketebalan 0,106-0,266 mm, daya serap air 12-28 mg/cm³, kekuatan penusukan 1,16-15,03 kg/cm², permeabilitas uap air 11,6-64,3 mg/cm², tingkat pengkerutan 0,7589-6,8711%, tingkat kebakaran 0,5633-1,0033, dan kadar air 5,12-9,33%.

Kesimpulan

Potensi *nata de soya* sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh, dilihat dari jumlah kandungan nutrisi yang terkandung di dalam *nata de soya*. Tahu dan tempe sangat banyak dikonsumsi di berbagai negara di Asia terkhusus negara Indonesia yang menjadi konsumen tertinggi dari olahan kedelai, dengan tingginya konsumsi dari olahan kedelai akan menyisakan limbah kedelai yang sangat tinggi baik limbah padat maupun limbah cair.

Limbah padat banyak dimanfaatkan untuk keperluan makanan ternak dan berbagai macam pupuk organik, namun penanganan limbah cair masih sangat memprihatinkan. Kondisi limbah cair di Indonesia masih belum ditangani dengan baik sehingga menimbulkan pencemaran air dan mengakibatkan kurangnya sumber air bersih untuk keperluan masyarakat, dari permasalahan tersebut maka dilakukan penanganan yang tepat untuk permasalahan tersebut.

Nata de soya mengandung kadar air yang tinggi, menyisakan kadar protein yang tinggi dari kedelai, memiliki kadar karbohidrat yang tinggi dan juga serat yang cukup tinggi membuktikan potensi *nata de soya* untuk kesehatan sangat tinggi dan potensial menjadi olahan yang dikembangkan untuk penanganan limbah cair tahu yang ada di Indonesia.

Daftar Referensi

- Adack, J. (2013). Dampak pencemaran limbah pabrik tahu terhadap lingkungan hidup. *Lex Administratum*, 1(3), 78–87.
- Aini, S., & Nur, F. (2019). Penambahan ekstrak jeruk nipis dan konsentrasi inokulum terhadap karakteristik *nata de soya* dari limbah cair industri tahu Kabupaten Klaten. *Jurnal Kimia Riset*, 4(2), 133.
- Azhari, M. (2014). Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *nata de soya* dengan menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah dan bakteri *Acetobacter xylinum*. Universitas Sebelas Maret.
- Budiarti, R. S. (2008). Pengaruh konsentrasi starter *Acetobacter xylinum* terhadap ketebalan dan rendemen selulosa *nata de soya*. *Biospecies*, 1(1), 19–24.
- Cahyani, M. R., Zuhaela, I. A., Saraswati, T. E., Raharjo, S. B., Pramono, E., Wahyuningsih, S., Lestari, W. W., & Widjonarko, D. M. (2021). Pengolahan limbah tahu dan potensinya. *In Proceeding of Chemistry Conferences*, 6, 27–33.
- Hidayat, R. (2015). Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi produk *nata de soya* menggunakan metode fermentasi. UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Iqbal, M. (2022). *Feasibility analysis of consumption of nata de soya products from liquid waste of tofu products*. *Food and Agro-Industry Journal*, 3(1), 96–105.
- Iryandi, A. F., Hendrawan, Y., & Komar, N. (2014). Pengaruh penambahan air jeruk nipis (*Citrus Aurantifolia*) dan lama fermentasi terhadap karakteristik *nata de soya*. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 2(1), 8–15.
- Jufri, N. (2017). Analisis profil protein ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) berbasis SDS-page dengan variasi lama marinasi dan konsentrasi asam cuka. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Kuncara, Y. A. D. (2017). Pengaruh penggunaan filtrat kecambah kacang kedelai sebagai sumber nitrogen terhadap karakteristik *nata de soya* berbahan dasar limbah tahu. Universitas Sanata Dharma.
- Kusharto, C. M. (2006). Serat makanan dan perannya bagi kesehatan. *Jurnal gizi dan pangan*, 1(2), 45–54.
- Maysura, M. D., Rangkuti, K., & Fuadi, M. (2019). Pemanfaatan limbah ampas tahu dalam upaya diversifikasi pangan. *Agritech: Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 2(2), 52–54.
- Pambayun, R. (2002). *Teknologi Pengolahan Nata de Coco*. Kanisius.
- Prihatiningtyas, S., Sholihah, F. N., & Nugroho, M. W. (2020). Peningkatan pemahaman dan keterampilan masyarakat dalam memanfaatkan limbah cair tahu sebagai biogas di Dusun Bapang Kabupaten Jombang. *JURNAL ABDIMAS BSI*, 3(1), 102–108.
- Purwandari, V., Zuhairiah, Z., Marpaung, J. K., & Silitonga, M. (2020). Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *nata de soya* menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Farmanesia*, 7(2), 83–87.
- Putri, A. N., & Fatimah, S. (2021). Karakteristik *nata de soya* dari limbah cair tahu dengan pengaruh penambahan ekstrak jeruk nipis dan gula. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 4(2), 47–57.
- Rusyadi, E. I., & Setiawati, T. C. (2023). Perbaikan beberapa karakteristik limbah cair tahu menggunakan variasi jumlah tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan tanaman kiambang (*Pistia stratiotes*). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 6(1), 8–12. doi:0.19184/bip.v6i1.36130.
- Salsabila, N. S. P., & Astawan, M. (2021). Potensi rambut jagung sebagai minuman fungsional. *Jurnal Pangan*, 30(2), 137–146.
- Sari, N. I. (2013). Karakterisasi dan analisa kadar nutrisi *edible film* dari *nata de soya* dengan penambahan kitosan dan gliserin. Universitas Sumatera Utara.
- Sarkono, A. M., Jupri, A., Rohyani, I. S., & Hadi, I. (2018). Pemanfaatan limbah cair pengolahan tahu untuk pembuatan *nata de soya* di Kelurahan Kekalik Jaya Kota Mataram. *In Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 1, 998–1005.
- Susanti, L. (2006). Perbedaan penggunaan jenis kulit pisang terhadap kualitas nata dengan membandingkan kulit pisang raja nangka, ambon kuning dan kepok putih sebagai bahan baku. Universitas Negeri Semarang.
- Sutarminingsih, L. (2004). *Peluang Usaha Nata de Coco*. Kanisius.

- Sutiyani, S., Wignyanto, W., & Sukardi, S. (2003). Pemanfaatan limbah cair (whey) industri tahu menjadi *nata de soya* dan kecap berdasarkan perbandingan nilai ekonomi produksi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 4(2), 70–83.
- Tamini, A. (2015). Pengaruh penambahan sukrosa dan urea terhadap karakteristik *nata de soya* asam jeruk nipis. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(1), 1–10.
- Wahyuningsih, D., Hidayah, W. W., & Aminin, A. L. N. (2014). *Jelly fermented soy whey as antioxidants source of alternative functional food*. *Jurnal Sains dan Matematika*, 22(3), 67–71.