

KAJIAN ANALISIS NUTRISI KEDELAI HITAM (GLYCINE SOJA (L) MERRIT) DIFERMENTASI OLEH RHIZOPUS OLIGOSPORUS, ASPERGILLUS SOJAE DAN KONSORSIUMNYA TERHADAP KARBOHIDRAT DAN LEMAK

Ida Ningrumsari*¹, R.Budiasih², Putri Afrilliyanti³

^{1,3}Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Ma'soem
Jl. Raya Cipacing No.22 Jatinango Sumedang 45363

²Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Winaya Mukti
Jl. Raya Bandung Sumedang No.29, Gunung Manik, Tanjungsari Sumedang 45262

*E-mail corresponding : idaningrumsari@masoemuniwersity.ac.id

ABSTRACT

One of the uses of black soybeans is to make soy sauce, the purpose of this research is to analyze the nutrition of carbohydrates and fats in black soybeans. The research method used a completely randomized design (CRD) with a 3x3x3 factorial pattern with 3 replications. The first factor consists of the type of microbe (M) namely m1 = R oligosporus, m2 = A sojae, m3 = m1 + m2, the second factor is fermentation time (W) consisting of w1 = 48 hours, m2 = 96 hours and m3 = 144 hours and the third factor, namely (D) consists of d1 = 2 grams, d2 = 3 grams and d3 = 4 grams. Existing data were collected to be processed by analysis of variance (Anova). If there is a significant difference to the control, it is continued with Duncan's multiple distance test. The results showed that the carbohydrate content in black soybeans decreased with the influence of the m3 microbe (the consortium, namely R oligosporus + A sojae) by 13.87%, with a dose of d1 inoculum (2 grams) of 25.53% with a fermentation time of w3 (144 hours) of 22.12%. To reduce the carbohydrate content, the best method is m3w3d1 (R oligosporus + A sojae, with a fermentation time of 144 hours and an inoculum dose of 2 grams). The fat content of black soybeans increased with the effect of the interaction of microbial types and fermentation time on the increase in fat found in m1w1 of 31.01%. The effect of the interaction of microbial species and inoculum dose on the increase in fat was found in m1d1 of 28.61%. The best fat increase was m1w1d1 (R oligosporus, 48 hours fermentation time with 2 gram inoculum dose).

Keywords : Nutrition, Black Soybean, Rhizopus oligosporus fermentation, Aspergillus sojae, consortium.

ABSTRAK

Salah satu pemanfaatan kedelai hitam yaitu untuk pembuatan kecap, tujuan penelitian adalah menganalisis nutrisi karbohidrat dan lemak pada kedelai hitam. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) pola faktorial 3x3x3 dengan ulangan 3 kali. Faktor pertama terdiri dari jenis mikroba (M) yaitu m1= R oligosporus, m2 = A sojae, m3 = m1 + m2, faktor ke 2 yaitu waktu fermentasi (W) terdiri dari w1 = 48 jam, m2= 96 jam dan m3 = 144 jam dan faktor ke tiga yaitu (D) terdiri dari d1= 2 gram, d2=3 gram dan d3= 4 gram . Data yang telah ada dihimpun untuk diolah dengan analisis variansi (Anova). Apabila terjadi perbedaan yang signifikan terhadap kontrol, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat dalam kedelai hitam menurun dengan pengaruh jenis mikroba m3(konsorsium yaitu R oligosporus + A sojae) sebesar 13,87 %, dengan dosis inokulum d1 (2 gram) sebesar 25,53 % dengan waktu fermentasi w3 (144 jam) sebesar 22,12 %. Untuk menurunkan kandungan karbohidrat terbaik yaitu m3w3d1 (R oligosporus + A sojae , dengan waktu fermentasi 144 jam dan dosis inokulum 2 gram). Kandungan lemak kedelai hitam mengalami peningkatan dengan pengaruh interaksi jenis mikroba dan waktu fermentasi terhadap

kenaikan lemak terdapat pada mlw1sebesar 31,01 %. Pengaruh interaksi jenis mikroba dan dosis inokulum terhadap kenaikan lemak terdapat pada mld1sebesar 28,61 %. Untuk kanaikan lemak yang terbaik yaitu mlw1d1 (*R oligosporus*, waktu fermentasi 48 jam dengan dosis inokulum 2 gram).

Kata kunci : Nutrisi, Kedelai Hitam, fermentasi *Rhizopus oligosporus*, *Aspergillus sojae*, konsorsium

PENDAHULUAN

Jagung, padi dan kedelai merupakan komoditas pangan yang utama. Pada saat ini kedelai selain sebagai bahan pangan juga sebagai bahan baku industri dan merupakan bahan makanan yang menyehatkan. Kedelai merupakan bahan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan hidup sebagai sumber protein nabati. Kebutuhan kedelai semakin bertambah seiring dengan pertumbuhan penduduk. Olahan kedelai yang banyak ditemukan diantaranya tahu, tempe, tauco dan kecap. Pada saat ini kedelai hitam banyak digunakan untuk produksi kecap karena mempunyai kandungan gizi yang cukup tinggi terutama protein dan karbohidrat (Humairoh, 2017). Kandungan asam amino yang terdapat pada kedelai hitam yaitu leusin dan lisin merupakan asam amino pemecah kedelai yang menghasilkan kecap dengan cita rasa yang enak dan khas (Astuti 2018). Kedelai hitam juga terdapat kandungan nutrisi lemak dan lemak tak jenuh. Lemak tak jenuh ganda pada kedelai hitam yaitu asam linolenat atau asam lemak omega-3 yang biasa terdapat pada minyak ikan namun dapat ditemukan pada tanaman. Asam lemak omega-3 bermanfaat untuk mengurangi penyakit jantung dan kanker.

Pemanfaatan karbohidrat pada kedelai kurang ekonomis dibandingkan dengan protein dan lemak. Raffinosa dan stachyosa merupakan karbohidrat yang sulit dicerna oleh manusia karena pada ususnya tidak mempunyai enzim untuk menghidrolisis zat tersebut (Nurul, 2019). Menurut kebanyakan orang karbohidrat dapat menyebabkan diabetes tipe 2 dan obesitas, namun tidak semua karbohidrat dapat memberikan dampak yang buruk pada tubuh. Fungsi karbohidrat bagi tubuh yaitu sebagai sumber energi dan mengontrol berat badan.

Tempe yang banyak digemari oleh masyarakat terbuat dari kedelai yang difermentasi oleh *Rhizopus sp*, banyak variasi dari species tersebut diantaranya diantaranya *R. arrhizus*, *R. microspores*, *R. oligosporus*, *R. oryzae*, *R. stolonifer*. *Rhizopus sp* yang banyak tersebar pada tanah, sayuran, buah-buahan, sayuran dan produk-produk olahan berfermentasi. *Rhizopus sp* salah satu kapang yang menghasilkan berbagai macam enzim seperti amilase, protease dan lipase. Penggunaan *Rhizopus oligosporus* yaitu untuk memfermentasi kedelai menjadi suatu produk yang bermanfaat untuk kesehatan ternak karena dapat meningkatkan nilai gizinya (Bujang & Taib 2014).

Pada pembuatan kecap terjadi dua tahapan, tahap pertama yaitu fermentasi oleh jamur (koji) dan tahap kedua yaitu fermentasi larutan garam (moromi), dalam fermentasi tersebut terjadi perubahan-perubahan biokimiawi yang dihasilkan oleh mikroba baik bakteri, kapang maupun khamir. Menurut Meutia (2015), fermentasi oleh jamur (koji) mikroba yang paling dominan yaitu *Aspergillus sojae*. Selama fermentasi jamur protein yang terdapat pada kedelai dipecah menjadi peptida dan asam amino oleh enzim proteolitik yaitu protease dalam suasana netral dan basa. Humairoh (2017) berpendapat bahwa *Aspergillus sojae* mensekresikan enzim α -amilase yang berguna untuk menghidrolisis polisakarida menjadi oligosakarida, disakarida dan mono sakarida. Berdasarkan uraian di atas kami mencoba melakukan penelitian dengan tujuan menganalisis nutrisi karbohidrat

dan lemak pada kedelai hitam difermentasi oleh *R oligosporus*, *A sojae* dan konsorsiumnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Karbohidrat

Salah satu zat yang diperlukan oleh tubuh yaitu karbohidrat, yang terdiri dari unsur Carbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen (O) dan mempunyai fungsi yaitu menghasilkan energi. Karbohidrat merupakan zat gizi yang mempunyai kelompok sebagai zat-zat organik yang terdiri dari yang mempunyai struktur molekul yang berbeda-beda, walaupun terdapat persamaan dari sudut kimia.

Karbohidrat terbagi menjadi dua golongan yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat sederhana dibentuk atas monosakarida yang merupakan molekul dasar dari karbohidrat, disakarida yang terbentuk dari dua monosa yang dapat saling terikat dan oligosakarida terdiri dari gula rantai pendek yang dibentuk oleh galaktosa, glukosa dan fruktosa. Karbohidrat kompleks yaitu terdiri dari polisakarida yang ditentukan lebih dari dua ikatan monosakarida dan serat yang dinamakan juga polisakarida nonpati. Karbohidrat dalam tubuh berguna untuk menghasilkan energi, memberikan rasa manis pada makanan, menghemat protein, metabolisme lemak dapat di atur dan membantu pengeluaran feses. Adapun jenis-jenis karbohidrat yaitu :

1. Karbohidrat Sederhana
 - a. Monosakarida terdiri dari 3 jenis zat gizi yaitu glukosa, fruktosa dan galaktosa. Glukosa disebut gula anggur terdapat di alam dalam jumlah sedikit terdapat pada sayuran, buah-buahan, sedangkan fruktosa terdapat dalam madu. Glukosa merupakan pencernaan akhir dari pati, sukrosa, maltosa dan laktosa hewan dan manusia.
 - b. Disakarida. Terdiri dari sukrosa, maltosa dan laktosa. Sukrosa, disebut gula tebu atau gula bit, sedangkan gula pasir dibuat dari maltosa dan laktosa yang dibuat melalui penyulingan dan kristalisasi.
 - c. Oligosakarida merupakan dua monosakarida atau lebih.
2. Karbohidrat kompleks; Karbohidrat kompleks terdiri dari polisakarida pati dan non pati.
3. Pati; adalah karbohidrat utama yang berasal dari makanan manusia yang berasal dari tumbuh-tumbuhan sebagai bahan makanan manusia seperti biji-bijian, kacang-kacangan, padi-padian dan umbi-umbian termasuk . Beras , jagung serta gandum sekitar mengandung pati 70-80 %g , kacang-kacangan dan kacang hijau mengandung 30-60% pati, sedangkan ubi, talas, kentang dan singkong mengandung 20-30% pati.
4. Non pati yaitu serat untuk mencegah penyakit.

Karbohidrat bersumber dari umbi-umbian, biji-bijian, jagung, singkong, sagu, tepung-tepungan, mei, bihun, roti.

Lemak

Lemak dibutuhkan oleh tubuh, seperti halnya protein dan karbohidrat sebagai sumber nutrisi. Tubuh akan menjadi indah dan sehat jika lemak dalam tubuh tidak berlebihan dan tidak mengganggu kesehatan serta fungsi tubuh akan menjadi normal dan sehat. Lemak merupakan kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar.

Lemak semua bahan pangan dengan kandungan lemak yang tidak sama. Lemak hewani mengandung banyak sterol atau kolesterol lebih banyak dibandingkan dengan n

lemak nabati mengandung fitostersol dan lebih banyak mengandung asam lemak tak jenuh berbentuk cair. Lemak mengandung energi yang lebih efektif dibanding dengan karbohidrat dan protein. Satu gram lemak dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram (Anonim, 2011).

Fungsi lemak yaitu untuk melindungi tubuh kita, untuk membantu mengatur suhu tubuh, dari hawa panas dan dingin, sebagai pengangkut vitamin A,D,E dan K, Melindungi organ-organ vital produksi hormon, termasuk hormon seks. Wanita, yang memiliki lemak tubuh sangat rendah, cenderung memiliki kadar estrogen yang juga rendah. Hal ini bisa berakibat terhentinya menstruasi. Klasifikasi lemak yaitu meliputi :

1. Lemak Sederhana / Netral (Trigliserida); disusun oleh trigliserida, yaitu satu gliserol dan tiga asam lemak. Beberapa contoh yang termasuk lemak sederhana yaitu lilin (wax), malam, atau plastisin (lemak sederhana yang padat pada suhu kamar), dan minyak (lemak sederhana yang cair pada suhu kamar).
2. Lemak Campuran; terdiri dari gabungan lemak dengan senyawa bukan lemak. Ada beberapa contoh yang termasuk lemak campuran yaitu lipoprotein (gabungan antara lipid dan dengan protein), fosfolipid (gabungan antara lipid dan fosfat), serta fosfatidilkolin (yang merupakan gabungan antara lipid, fosfat, dan kolin).
3. Lemak Asli atau derivatnya; yaitu lemak yang dihasilkan melalui dari proses hidrolisis lipid, misalnya kolesterol dan asam lemak. Ikatan kimianya asam lemak dapat dibedakan menjadi 2 yaitu: Asam lemak non-esensial yang dapat disintesis oleh tubuh dan pada berwujud padat pada suhu kamar. Asam lemak jenuh bersumber dari lemak hewani, misalnya minyak samin, lemak babi, es krim mentega. krim, keju, dan lemak yang menempel pada daging dan Asam lemak tidak jenuh

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kedelai hitam (*Glycine soja*), jenis mutiara, diperoleh dari toko online, *Rhizopus oligosporus* diisolasi dari tempe (Ningrumsari Ida, 2020). *Aspergillus sojae* diperoleh dari Universitas Gajah Mada yaitu PDA (Potato Dextrosa Agar). Adapun alat yang digunakan yaitu cawan petri, tabung reaksi, mikropipet, inkubator, fermentor, Autoclave, dan blender.

Cara fermentasi kedelai hitam yaitu dimasukkan kedalam beberapa kantong plastik tahan panas, kemudian disterilkan pada suhu 121⁰C selama 15 menit. Kemudian dinginkan sampai mencapai suhu (30-35)⁰C. Masing-masing kantong plastik berisi kedelai hitam diinokulasi dengan mikroorganisme yang telah dikultur sebanyak 2,3 dan 4 gram. Masing-masing plastik diberi lubang untuk mendapatkan kondisi aerob, kemudian diinkubasi dalam ruang fermentasi pada suhu 30⁰C selama 48, 96 dan 144 jam, masing-masing perlakuan di ulang 3 kali. Untuk menjaga kelembaban selama proses fermentasi di bagian bawah rak fermentor disimpan baki plastik yang diisi dengan air. Setelah masing-masing waktu inkubasi dicapai, kedelai hitam produk fermentasi disterilkan menggunakan autoclave pada suhu 121⁰C selama 15 menit, kemudian dikeringkan pada suhu (45-50)⁰C selama 3 hari dengan menggunakan oven sampai mencapai berat konstan. Kemudian analisis nutrisi dari masing-masing kantong plastik yaitu karbohidrat dan lemak.

Analisis Karbohidrat Luff Schroll (AOAC, 2005) yaitu sampel ditimbang, masukkan pada erlemeyer + HCl 3 %, dididihkan selama 3 jam, netralkan dengan NaOH 30 % + CH₃COOH 3 % lalu disaring. Pipet 10 saringan tersebut masukkan ke dalam erlemeyer + 25 ml larutan Luff dan beri beberapa butir batu didih serta aquadest. Dididihkan terus selama 10 menit kemudian dinginkan cepat dalam wadah yang berisi air es.

Tambahkan 15 ml KI 20% dan 25 ml H₂SO₄ 25 % titrasi dengan tio 0,1 N sampai merah muda, lakukan juga untuk blangko, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar glukosa} = \frac{(w1 - Fp)}{W} \times 100$$

Kadar Karbohidrat = 0,90 x kadar glukosa

Keterangan :

W = Bobot dalam mg

W1= glukosa yang terkandung untuk ml tio yang digunakan (mg) dari daftar tabel

Analisis kadar lemak dengan ekstraksi Soxhlet yaitu lemak diekstraksi menggunakan pelarut organik. Setelah diuapkan pelarutnya, lemak dan bahan ditimbang dan dihitung persentasinya :

$$\% \text{ Lemak} = \frac{Wc - Wa}{Wb} \times 100 \%$$

Keterangan :

Wc = Berat labu lemak setelah destilasi

Wa = Berat labu lemak awal

Wb = Berat sampel

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x3x3 dengan ulangan 3 kali. Faktor pertama terdiri dari jenis mikroba (M) yaitu m1= *R oligosporus*, m2 = *A sojae*, m3 = m1 + m2, faktor ke 2 yaitu waktu fermentasi (W) terdiri dari w1 = 48 jam, m2= 96 jam dan m3 = 144 jam dan faktor ke tiga yaitu (D) terdiri dari d1= 2 gram, d2=3 gram dan d3= 4 gram. Sedangkan analisis data hasil fermentasi *R oligosporus*, *A sojae* dan konsorsiumnya dianalisis menggunakan Anava (Analisis Variansi). Apabila terdapat pengaruh yang signifikan dari perlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karbohidrat

Karbohidrat mempunyai berat molekul paling rendah, sukar larut dalam pelarut organik tetapi larut dalam air kecuali beberapa sakarida, merupakan zat berwarna putih, rasanya manis sering digunakan untuk gula. Karbohidrat banyak ditemukan di alam dan mempunyai fungsi sangat luas. Diantaranya berfungsi sebagai sumber energi utama bagi makhluk hidup, sebagai energi cadangan dan komponen membran sel yang berperan sebagai perantara berbagai komunitas antar sel (Yusuf Y, 2018). Diantaranya berfungsi sebagai sumber energi utama bagi makhluk hidup, sebagai energi cadangan dan komponen membran sel yang berperan sebagai perantara berbagai komunitas antar sel (Yusuf Y, 2018). Berdasarkan jumlah molekul gula sederhana penyusunnya, karbohidrat dapat digolongkan menjadi 4 yaitu monosakarida (1 molekul), disakarida (2 molekul), oligosakarida (3-10 molekul) dan polisakarida (> 10 molekul). Gula sederhana penyusun karbohidrat yaitu glukosa, galaktosa dan fruktosa (Lehninger, 1982). Jenis monosakarida yang paling banyak dikenal masyarakat adalah glukosa. Istilah glukosa dalam darah sering disebut dengan gula darah. Banyak orang menyebutkan bahwa kadar glukosa darah disebut dengan kadar gula darah. Disakarida terbentuk dari 2 molekul gula sederhana, disakarida sangat dikenal yaitu sukrosa atau gula pasir. Gula pasir atau sukrosa dibentuk dari 1 molekul glukosa dan 1 molekul fruktosa. Disakarida yang penting ialah laktosa yang merupakan komponen utama dari air susu mamalia. Laktosa terbentuk dari 1 molekul glukosa dan 1 molekul galaktosa. Polisakarida golongan karbohidrat banyak terdapat pada tanaman dan hewan.

Pati adalah contoh karbohidrat pada umbi umbian seperti umbi jalar, umbi kayu, suweg dan lain lain serta pada biji bijian seperti padi, jagung, sorgun dan lain lain. Untuk menunjang keberlangsungan hidup manusia tidak dapat dipisahkan dari ketersediaan karbohidrat. Data hasil analisis nutrisi pengaruh dosis terhadap karbohidrat disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Kenaikan Karbohidrat (%) pada Pengaruh Dosis Inokulum

Dosis Inokulum	Rataan (%)	Signifikasi
d2	27,245	a
d1	27,790	a
d3	28,670	a

Keterangan : Huruf kecil yang berbeda ke arah vertikal menunjukkan berbeda nyata menurut uji berjarak Duncan pada taraf 5 %. d1 = 2 gram, d2 = 3 gram, d3 = 4 gram

Berdasarkan tabel 1, menunjukkan bahwa pengaruh dosis inokulum terhadap karbohidrat tidak menunjukkan perbedaan. Kandungan Karbohidrat yang paling tinggi terdapat pada d3 yaitu 28,670 % diikuti oleh d1 sebesar 27,790 % dan d2 sebesar 27,245 %. Dengan demikian pembentukan enzim amilase tidak dipengaruhi oleh dosis inokulum, sehingga terjadi penurunan karbohidrat sebesar 25,53%, karbohidrat sebelum fermentasi 38,500 %.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 2 menunjukkan bahwa pengaruh waktu fermentasi memberikan pengaruh nyata ($\alpha < 0,05$) terhadap kandungan karbohidrat. Pengaruh waktu fermentasi w3 nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi kandungan karbohidrat meningkat terus sampai batas waktu tertentu selama nutrisinya cukup dan akan menurun jika nutrisinya habis. Hal ini berhubungan dengan pertumbuhan dari mikroba, dimana waktu 48 jam adalah waktu adaptasi mikroba terhadap lingkungan dan substrat dan enzim belum disintesis, pertumbuhan sel belum stabil masih ada sel-sel yang mati oleh karena masih belum bisa menghasilkan enzim yang banyak. Sesuai dengan pendapat Fardiaz, S (1992) yang mengatakan bahwa sel pada saat adaptasi masih menyesuaikan dengan lingkungan dan medium, sel ada yang mati, enzim belum disintesis. Waktu terbaik untuk menghasilkan karbohidrat tertinggi yaitu 144 jam dengan kandungan nutri karbohidrat sebesar 29,998 % dan terjadi penurunan karbohidrat sebesar 22,12 %.

Tabel 2 : Rata-rata Kenaikan Karbohidrat (%) pada Pengaruh Waktu Fermentasi

Waktu	Rataan (%)	Signifikasi
w1	26,654	a
w2	27,057	a
w3	29,998	b

Keterangan : Huruf kecil yang berbeda ke arah vertikal menunjukkan berbeda nyata menurut uji berjarak Duncan pada taraf 5 %. w1=48 jam , w2= 96jam , w3= 144 jam

Tabel 3. Rata-rata kenaikan karbohidrat (%) pada pengaruh jenis mikroba

Jenis Mikroba	Rataan (%)	Signifikasi
m1	21,280	a
m2	29,283	b
m3	33,155	c

Keterangan : Huruf kecil yang berbeda ke arah vertikal menunjukkan berbeda nyata menurut uji berjarak Duncan pada taraf 5 %. m1 = *R oligosporus* m2 = *A sojae*
m3 = *R oligosporus* + *A sojae*

Berdasarkan tabel 3, menunjukkan bahwa pengaruh jenis mikroba memberikan perbedaan yang nyata. Nilai terendah terdapat pada jenis mikroba m1 sebesar 21,280 %, diikuti oleh m2 yaitu 29,283 % dan tertinggi pada mikroba m3 sebesar 33,155 %. Kapang *Rhizopus sp* merupakan kapang penghasil berbagai enzim seperti amilase, protease dan lipase. Aplikasi dari enzim tersebut telah dikembangkan oleh masyarakat untuk memfermentasi kedelai yang dapat meningkatkan nilai gizinya yang berguna untuk kesehatan (Bujang & Taib 2014). Sedangkan *Aspergillus sojae* di Jepang digunakan untuk fermentasi kecap, miso, mirin dan bumbu fermentasi lainnya seperti tsukemono (Leboffe et al, 2006). Gabungan dari enzim-enzim yang dihasilkan oleh kedua jenis mikroba tersebut akan berpengaruh terhadap peningkatan kandungan nutrisi. Dapat disimpulkan bahwa kandungan karbohidrat dalam kedelai hitam dipengaruhi oleh jenis mikroba dan waktu fermentasi sedangkan dosis inokulum tidak memberikan pengaruh. Terjadi penurunan karbohidrat sebesar 13,89 %. Kesimpulan secara keseluruhan untuk karbohidrat m3w3d1, artinya jenis mikroba konsorsium (*R oligosporus* + *A sojae*), waktu fermentasi 144 jam dan dosis 2 gram.

Lemak

Banyak orang berfikir negatif kalau lemak mendatangkan penyakit bagi tubuh. Ketika mendengar kata lemak, pasti berhubungan dengan kegemukan, menyebabkan naiknya kolesterol, hingga penyakit mengerikan lainnya. Tidak semua jenis lemak buruk, ada pula beberapa jenis lemak yang sehat. Lemak juga dibutuhkan oleh tubuh untuk meningkatkan kesehatan, membangun jaringan dasar sel, membran sel dan organel sel. Energi lemak lebih besar dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Dalam 1 gram lemak dapat menghasilkan 9 kalori sedangkan dalam karbohidrat dan protein menghasilkan 4 kalori. Lemak dalam sistem pencernaan dipecah menjadi asam lemak dan gliserol sehingga mudah diserap oleh usus. Beberapa fungsi penting lemak bagi tubuh antara lain adalah sebagai berikut: cadangan energi dalam bentuk sel lemak, Pelindung organ penting, melindungi tubuh dari perubahan suhu lingkungan, Pelarut vitamin A, D, E, dan K. Hasil analisis fermentasi kedelai hitam untuk lemak disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata kenaikan lemak (%) pada pengaruh interaksi waktu dan jenis mikroba

Waktu	Jenis Mikroba					
	m1		m2		m3	
w1	20,700	d	19,03	c	19,24	c,d
w2	19,700	c,d	16,92	a	18,85	b,c
w3	20,15	d	17,87	a,b	18,65	b,c

Keterangan : Huruf kecil yang berbeda ke arah vertikal menunjukkan berbeda nyata menurut uji berjarak Duncan pada taraf 5 %. w1=48 jam , w2= 96 jam , w3= 144 jam
m1 = *R oligosporus* m2 = *A sojae* m3 = *R oligosporus* + *A sojae*

Berdasarkan tabel 4, menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada pengaruh ($\alpha < 0,05$). Kandungan nutrisi tertinggi terdapat pada w1 sebesar 20,700 % jenis mikroba m1, diikuti oleh w3 sebesar 20,15 % kemudian w2 sebesar 19,700 %. Untuk jenis m2 waktu fermentasi menunjukkan perbedaan yang nyata. Kandungan lemak tertinggi terdapat pada w1 sebesar 19,03 %, w3 sebesar 17,87 % terendah w2 yaitu 16,92 %. Pada jenis m3 juga menunjukkan perbedaan nyata. w2 dan w3 tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata terhadap w1. Dapat disimpulkan kandungan tertinggi terdapat pada m1.w1 yaitu 20,700 %. Terjadi kenaikan lemak sebesar 11,89 %. Jenis mikroba m1 tumbuh baik pada waktu fermentasi w1 yaitu 48 jam.

Lemak yang terkandung dalam kedelai sebesar 85 % terdiri dari asam lemak tidak jenuh yang non kolesterol. Selain itu dalam lemak juga banyak mengandung beberapa zat yaitu posfolipida berupa lesitin, sepalin dan lipositol. Tingginya kandungan minyak dalam kedelai merupakan sumber minyak makan yang berperan penting dalam menjaga kesehatan tubuh. Kedelai dengan kandungan minyak yang tinggi dapat digunakan untuk berbagai aplikasi industri (Muchtadi, 1989). Penggunaan minyak kedelai dalam industri pangan diantaranya adalah sebagai minyak goreng, minyak salad, bahan untuk margarin, dan bahan baku shortening.

Tabel 5. Rata-rata Kenaikan Lemak (%) pada Pengaruh Interaksi Jenis Mikroba dan Dosis

Jenis Mikroba	Dosis Inokulum		
	d1	d2	d3
m1	20,32 b	19,97 b	19,83 b
m2	17,50 a	18,30 a	18,01 a
m3	18,30 a	19,97 b	18,51 a

Keterangan : Huruf kecil yang berbeda ke arah vertikal menunjukkan berbeda nyata menurut uji berjarak Duncan pada taraf 5 %. m1 = *R oligosporus* m2 = *A sojae* m3 = *R oligosporus* + *A sojae* d1 = 2 gram, d2 = 3 gram, d3 = 4 gram

Berdasarkan tabel 5, menunjukkan perbedaan yang nyata. Kandungan lemak m2 dan m3 tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata dengan m1 pada dosis inokulum d1. Kandungan lemak tertinggi terdapat pada m1 yaitu 20,32 % diikuti oleh m3 sebesar 18,30 % kemudian m2 sebesar 17,50 %. Pada dosis inokulum d2, kandungan lemak m3 dengan m1 tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata terhadap m2, kandungan lemak tertinggi 19,97 % diikuti oleh m2 sebesar 18,30 %. Pada dosis inokulum d3 kandungan lemak m3 dan m2 tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata dengan m1, kandungan lemak tertingginya m1 yaitu 19,83 %, diikuti oleh m3 18,51 % kemudian m2 sebesar 18,01%. Lemak paling baik terdapat pada m1.d1 sebesar 20,32 % dengan dosis inokulum d1 = 2 gram. Jenis mikroba m1 tumbuh baik pada substrat kedelai hitam dengan dosis inokulum 2 gram. Pengaruh dosis inokulum dan jenis mikroba (m1d1) terhadap kenaikan lemak sebesar 28,61 % (Lemak sebelum fermentasi 18,500%).

Menurut hasil penelitian Gardjito dan Supriyanto (1987) menyatakan bahwa dalam minyak kedelai terdapat asam-asam lemak tidak jenuh, bersifat cair pada suhu tinggi dan antioksidan alami yang tidak hilang dalam proses pengolahan. Asam lemak tak jenuh tersebut berupa asam lemak linoleat dan asam lemak linolenat merupakan asam lemak rantai panjang tergolong asam lemak esensial yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh oleh karena itu harus diperoleh dari sumber makanan. Dalam kacang kedelai asam linoleat dan asam lemak linolenat jumlahnya sekitar 7- 54 % (Koswara dalam Isa, 1996). Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Pudjiadi (1997) dalam Iskandar (2004) bahwa asam Linoleat dan linolenat merupakan asam esensial untuk tubuh dan berperan dalam pertumbuhan, pemeliharaan membran sel, pengaturan metabolisme kolesterol, menurunkan tekanan darah, menghambat lipogenesis hepatic, transport lipid, prekursor dalam sintesis prostaglandin, membentuk arakhidonat dalam proses reproduksi. Jadi dapat disimpulkan bahwa kandungan lemak meningkat pada m1.w1.d1. yaitu jenis mikroba *R oligosporus*, waktu fermentasi 48 jam dengan dosis inokulum 2 gram.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa karbohidrat menurun pada m3w3d1 (*R oligosporus* + *A sojae*, waktu fermentasi 144 jam dengan dosis 2gram), dan lemak yang terbaik yaitu m1w1d1 (*R oligosporus* , waktu fermentasi 48 jam dengan dosis inokulum 2 gram).

DAFTAR PUSTAKA

Anonim 2011. Lemak. <http://repository.unimus.ac.id/1793/3/BAB%20II.pdf>

AOAC, 2005. Official method of Analysis Agricultural Chemical;Contaminan Drugs. Washington DC. Association of Official Chemist Inc.

Astuti 2018. Tjauan Pustaka. Repository.unimus.ac.id

Bujang, N.A Taib 2014. Chane on Amino Acid Content in Soybean, garbanzobean and Groundnut During pre- treatments and Tempe Making. Journalacticle.umkm.my.

Fardiaz, S, 1992. Mikrobiologi Pangan I. PAU Pangan dan Gizi IPB. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.

Gardjito, M dan Supriyanto, 1987, Tekonologi Pengolahan Minyak, PAU Ilmu Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta. IUPAC, 1979, Standar Methods For The Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 6th Edition, Pergamon Press, New York

Humairoh Durroh 2017. Identifikasi Kapang Pada Kecap Manis Produksi Kedelai Lokal Kediri Dengan metoda Pengenceran. Jurnal & Teknologi. Universitas Pendidiksn Ganesha. E- ISSN : 2548-8570. P-ISSN : 2303 -3142. Vol 6 No 1 (2017).

Isa Ishak, 1996, Optimalisasi Ekstraksi Minyak Kedelai Dengan Variasi Pelarut dan Ukuran Serbuk, Tesis, Yogyakarta.

Leboffe, Michael. J; Pierce, Burton. 2006. Microbiology : Laboratory Theory and Application (edisi ke 2-nd). Morton. Hlm 317. ISBN 978-0-89582-708-1

Lehniger 1990. Dasar- dasar Biokimia (Terjemahan Maggy Thenawidjaya). Erlangga. Jakarta

Meutia, Y.R. 2015. Standarisasi Produk Kecap Kedelai Manis Sebagai Produk Khas Indonesia. Jurnal Standarisasi .17 (2): Hal 147 – 156.

Muchtadi, 1989, T.R, 1989, Petunjuk Laboratorium Teknologi Proses Pengolahan Pangan, PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor. Pomeranz, Y., Meloan, C.E, 1978, Food Analysis Th

Ningrumsari, Ida dan Lina Herlinawati, 2020. Isolation of Fungus Identification And Tempe Nutrition Analysis in The Traditional Market Bandung City. Universitas Tanjungpura Kalimantan Barat.

Nurul, I. 2019. Telaah Pustaka. Poltekes Kemenkes Yogyakarta.

Nurhamida Sari Siregar. 2014. Karbohidrat. Jurnal Ilmu Keolahragaan Vol. 13 (2) Juli – Desember 2014: 38 – 44.