



Conventional Biotechnology Application in Making Soybean Tempeh Aplikasi Bioteknologi Konvensional dalam Pembuatan Tempe Kacang Kedelai

Rya Angraini Safitri, Mahmud Ikhsan, Irda Venny Triyenti Putri, Yuni Ahda, Resti Fevria
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25171, Indonesia
Email: ryaangraini4@gmail.com

ABSTRAK

Di kalangan orang awam istilah bioteknologi mungkin baru saja dikenal, namun tidak dapat dipungkiri jika proses bioteknologi sudah dilakukan sejak ribuan tahun yang lalu. Diketahui bahwasanya ada dua jenis proses tersebut, yaitu bioteknologi secara konvensional dan bioteknologi secara modern. Bioteknologi konvensional dilakukan dengan peralatan dan metode yang sederhana seperti pada pembuatan tempe. Hal yang berperan penting dalam proses fermentasi tempe adalah faktor inoculum yang mengandung kapang dari genus *Rhizopus* seperti *Rhizopus oryzae* atau *Rhizopus oligosporus*. Ada tiga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kapang untuk mendapatkan tempe yang baik yaitu suhu, oksigen dan kadar air, setiap jenis kapang membutuhkan kondisi lingkungan yang berbeda. Tahapan pengolahan tempe meliputi pencucian dan pembersihan, perendaman, perebusan, pengupasan kulit ari, penirisan, pendinginan dan pengeringan, inokulasi, dan inkubasi.

Kata Kunci: aplikasi bioteknologi, konvensional, tempe, kacang kedelai, *Rhizopus* sp.

PENDAHULUAN

Di kalangan orang awam istilah bioteknologi mungkin baru saja dikenal, namun tidak dapat dipungkiri jika proses bioteknologi sudah dilakukan sejak ribuan tahun yang lalu. Diketahui bahwasanya ada dua jenis proses tersebut, yaitu bioteknologi secara konvensional dan bioteknologi secara modern. Dalam hal ini bioteknologi secara modern tentu lebih rumit. Sedangkan untuk yang konvensional dilakukan dengan peralatan dan metode yang sederhana. Perkembangan terjadi setelah diketahui mikroorganisme melakukan fermentasi dalam menghasilkan suatu produk yang merupakan prinsip dasar proses bioteknologi konvensional. Pemanfaatan mikroorganisme dalam bioteknologi antara lain mencakup bidang pangan, obat-obatan, pertanian, kesehatan dan pengelolaan lingkungan hidup. Tujuannya adalah untuk menghasilkan dan meningkatkan potensi makhluk hidup dan dirancang untuk mempermudah memenuhi kebutuhan manusia (Baharuddin & Idrus, 2020: 2).

Tempe merupakan contoh hasil penerapan bioteknologi sederhana asli Indonesia. Tempe diperoleh dari fermentasi jamur tempe, *Rhizopus oryzae* atau *R. oligosporus* terhadap kedelai. Pada saat proses pembuatan tempe terjadi perombakan protein sehingga protein dalam tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh. Penggunaan tempe sebagai makanan ternyata memiliki kelebihan daripada kedelai. Selain memiliki rasa



yang lebih enak, dengan adanya fermentasi, nutrisi yang dikandung kedelai pada tempe menjadi lebih mudah untuk dicerna. Kelebihan lain adalah hilangnya bau langu kedelai dan berubah menjadi aroma sedap. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian aplikasi bioteknologi sederhana dalam pembuatan tempe kacang kedelai.

Tidak jelas sejak kapan masyarakat nusantara mulai mengonsumsi tempe namun banyak literatur sejarah yang menyatakan bahwa masyarakat pulau Jawa sudah mengenal tempe sejak abad ke-16. Setelah itu penyebaran tempe ke luar pulau Jawa dilakukan oleh penduduk suku Jawa yang keluar pulau baik melalui perdagangannya maupun penyebaran agama. Asumsi ini diperkuat dengan ditemukannya kata tempe dalam *Serat Centhini*. Dalam buku tersebut terdapat beberapa tulisan yang menyinggung nama tempe sebagai makanan tepatnya adalah kalimat yang menyebut *jae santen tempe* dan *kadele tempe srundengan*.

Dari Pulau Jawa, tempe kemudian menyebar ke seluruh penjuru nusantara hingga ke Eropa. Penyebaran tempe di Eropa dipelopori oleh warga negara Belanda. Walaupun penyebaran tempe pertama kali berasal dari Indonesia sayangnya saat ini Jepang sudah mendaftarkan paten untuk tempe di tingkat Internasional sehingga jika salah satu produsen tempe Indonesia akan mengekspor tempe ke luar negeri harus membayar royalti ke Jepang saat pertama kali dibuat biasanya bahan yang digunakan untuk membungkus tempe adalah daun pisang atau daun jati. Namun saat ini para pengrajin tempe sudah menggunakan plastik sebagai pembungkus (Astawan, Wresdiyati, & Maknun, 2017: 7-8).

Pembuatan tempe melibatkan kapang *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus* atau *Rhizopus microsporus*. Kapang jenis *Rhizopus oryzae* sering lebih sering digunakan. *Rhizopus oligosporus* merupakan kacang pemecah protein dan lemak paling baik kapang. *Rhizopus oryzae* merupakan kapang pemecah karbohidrat yang baik. *Rhizopus* merupakan genus dari kelas yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan spora seksual zigospora dan spora aseksual sporangiospora. Kemunculan spora sporulasi tersebut menyebabkan tempe menghitam. Warna hitam itu terjadi setelah beberapa hari tempe didiamkan dan akhirnya membusuk. Pembuatan tempe dengan keping biji terbelah akan menghasilkan tempe yang berkadar protein lebih tinggi dari tempe dengan biji utuh. Hal ini berkaitan dengan fermentasi yang lebih sempurna karena keping biji kedelai pemecahan biji mengakibatkan tempe berkadar air lebih tinggi dari tempe dengan biji utuh dan protein yang dipecah oleh kapang juga lebih banyak.

Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kapang untuk mendapatkan tempe yang baik yaitu suhu, oksigen dan kadar air setiap jenis kapang memerlukan keadaan lingkungan yang berbeda. Faktor tersebut diduga menyebabkan jenis larutan yang berpengaruh nyata terhadap daya simpan tempe proses metabolisme kapang menghasilkan asam laktat. Asam laktat dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri yang menyebabkan pembusukan tempe karena aktivitasnya pada proses pembusukan



protein yang telah dipecah menjadi asam amino akan dipecah menghasilkan amonia yang merangsang bawah semangit atau busuk pada tempe.

Diduga hal ini yang menyebabkan tempe dengan larutan *Rhizopus oligosporus* berdaya tahan simpan lebih rendah daripada tempe dengan larutan *Rhizopus oryzae*. Produk fermentasi bersifat menguntungkan karena dekomposisi kedelai oleh kapang akan menghasilkan senyawa senyawa sederhana yang lebih mudah diserap tubuh. Tempe dapat dibuat dari biakan murni maupun dari ragi tempe tempe yang dibuat dari biakan murni seperti *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus microsporus* terkadang menghasilkan tempe yang berbeda dengan tempe dari ragi penggunaan jenis kapang tersebut berdasarkan kemampuan kapang dalam menghasilkan struktur michelia yang kompak dan rapat. Selain itu, kapang tersebut memenuhi persyaratan utama untuk menjadi ragi atau inokulum tempe jadi tidak berbahaya bagi kesehatan dapat tumbuh dengan cepat dan tahan terhadap kontaminan (Aidah, 2020: 9-11).

Tempe memiliki beberapa keunggulan dibandingkan kacang kedelai. Tempe mengandung enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kapang selama proses fermentasi sehingga protein, lemak, dan karbohidrat menjadi lebih mudah dicerna. Kapang yang tumbuh pada tempe mampu menghasilkan enzim protease untuk menguraikan protein menjadi peptida dan asam amino bebas. Dengan kata lain, mekanisme biokimia seperti transaminasi selama proses fermentasi menyebabkan terbentuknya berbagai jenis asam amino.

1. Unsur penting dalam tempe dan manfaatnya dalam tubuh

a. Asam lemak

Tempe mengandung asam lemak oleat, asam palmitat, dan linoleat. Dalam proses fermentasi tempe, asam palmitat dan asam linoleat mengalami penurunan, sedangkan kadar asam oleat dan linoleat meningkat. Asam lemak linolenat tidak terdapat pada kedelai dan terbentuk saat proses fermentasi kedelai menjadi tempe. Asam lemak tidak jenuh mempunyai efek penurunan terhadap kandungan kolesterol serum sehingga dapat menetralkan efek negatif sterol di dalam tubuh. Asam linoleat dan linolenat merupakan asam lemak tidak jenuh dalam tempe dan merupakan asam esensial untuk tubuh. Selama proses pertumbuhan, asam esensial berperan dalam pemeliharaan membran sel, pengaturan metabolisme kolesterol, menurunkan tekanan darah, menghambat lipogenesis hepatic, transpor lipid, prekursor dalam sintesis prostagladin, dan membentuk arakidonat dalam proses reproduksi. Kebutuhan harian asam linoleat adalah 3g/hari dan yang tersedia dalam tempe adalah 417g.

b. Vitamin

Tempe mengandung vitamin A, D, E, dan Kyang larut di dalam lemak dan vitamin B kompleks yang larut di dalam air. Tempe merupakan sumber vitamin B yang sangat potensial, misalnya vitamin B1 (tiamin), B2 (riboflavin), asam pantotenat, asam nikotinat (niasin), vitamin B6 (piridoksin), dan B12 (sianokobalamin). Sementara itu,



vitamin B12 umumnya terdapat dalam produk-produk hewani dan tidak dijumpai pada makanan nabati, seperti sayuran, buah-buahan, dan biji-bijian, seperti yang terkandung di dalam tempe sehingga tempe menjadi satu-satunya sumber vitamin yang potensial dari bahan pangan nabati. Vitamin B12 aktivitasnya meningkat sampai 33 kali selama fermentasi dari kedelai, riboflavin naik sekitar 8-47 kali, piridoksin 4-14 kali, niasin 2-5 kali, biotin 2-3 kali, asam folat 4-5 kali, dan asam pantotenat 2 kali lipat. Kadar vitamin B12 dalam tempe berkisar antara 1,5-6,3 ug/100g tempe kering. Jumlah ini telah mencukupi kebutuhan vitamin B12 satu orang per hari. Dengan adanya vitamin B12 pada tempe, para vegetarian tidak perlu merasa khawatir akan kekurangan vitamin B12, sepanjang mereka melibatkan tempe dalam menu hariannya (Ariani & Angwar, 2018).

c. Antioksidan

Dalam tempe terkandung senyawa bioaktif antioksidan. Kandungan saponin dalam tempe berguna untuk menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Kandungan asam fenolat dalam tempe juga sangat penting bagi kesehatan tubuh karena bersifat antioksidan. Seperti halnya vitamin C, E, dan karotenoid, isoflavon juga merupakan antioksidan yang sangat dibutuhkan tubuh untuk menghentikan reaksi pembentukan radikal bebas sehingga menyehatkan tubuh dan menghambat penuaan dini. Selain itu, juga memelihara kesehatan organ tubuh terutama jantung.

Pada tempe, di samping ketiga jenis isoflavon tersebut juga terdapat antioksidan faktor II (6,7,4-trihidroksi isoflavon) yang mempunyai sifat antioksidan paling kuat dibandingkan isoflavon dalam kedelai. Antioksidan ini disintesis pada saat terjadinya proses fermentasi kedelai menjadi tempe oleh bakteri *Micrococcus luteus* dan *Coreyne bacterium*.

d. Asam fitat

Asam fitat merupakan senyawa antigizi yang terdapat dalam tempe. Senyawa antigizi merupakan zat alami pada bahan pangan yang dapat menghambat penyerapan zat gizi, baik makro maupun mikro dalam tubuh serta menurunkan nilai zat gizi bahan makanan tersebut. Asam fitat dapat mengganggu ketersediaan protein dan mineral sehingga tidak dapat dicerna dan diserap oleh tubuh. Umumnya, zat antigizi ini terdapat pada bahan makanan nabati, seperti kacang-kacangan, sereal, sayuran, dan umbi-umbian. Senyawa ini terbentuk selama proses fermentasi kedelai. Kebanyakan ahli gizi sependapat untuk menghilangkan senyawa ini sebelum bahan pangan diolah atau dikonsumsi, tetapi beberapa hasil penelitian justru mengungkapkan fakta sebaliknya. Selama ini asam fitat juga menimbulkan bau langu pada golongan legum, termasuk kedelai. Asam fitat dalam kedelai dan tempe tidak harus dihilangkan seluruhnya karena dalam jumlah yang sesuai sangat bermanfaat bagi kesehatan, terutama bagi penderita diabetes.

Kandungan asam fitat biji kedelai berkisar 1,1-1,5%. Pada proses pembuatan tempe dalam kondisi normal (tidak over fermentasi), kandungan asam fitat dapat



menurun sampai 30% atau kandungan asam fitat dalam tempe kurang dari 1%. Kondisi over fermentasi ditandai dengan tumbuhnya jamur tempe, terutama *Rhizopus oligosporus* yang masih membentuk miselia berwarna putih atau belum membentuk spora jamur. Tempe pada tingkat kematangan hasil fermentasi normal ini merupakan bahan pangan yang bermanfaat bagi penderita diabetes. Asam fitat bersifat sebagai inhibitor amilase yang mampu mengatur jumlah karbohidrat yang diserap tubuh sehingga kadar glukosa darah tidak melonjak terlalu tinggi. Temuan ini dapat membuka peluang bagi pengembangan tempe sebagai bahan fungsional untuk mengatasi diabetes (Ariani & Angwar, 2018).

2. Keunggulan Tempe

Tempe memiliki keunggulan untuk kesehatan (Ariani & Angwar, 2018) sebagai berikut.

- a. Mengatasi diare karena tempe mengandung protein sangat tinggi yang mudah dicerna;
- b. Menurunkan tekanan darah dan mencegah hipertensi karena tempe mengandung zat besi; flavonoid yang bersifat antioksidan;
- c. Mengendalikan radikal bebas karena mengandung superoksida; baik untuk penderita penyakit jantung;
- d. Menanggulangi anemia karena di dalam tempe terkandung unsur-unsur zat besi (Fe), tembaga (Cu), Zink (Zn), protein, asam folat, dan vitamin B12;
- e. Mencegah infeksi karena tempe mengandung senyawa antibakteri yang diproduksi oleh jamur tempe (*R. oligosporus*);
- f. Menurunkan kadar kolesterol karena mengandung asam lemak jenuh ganda.
- g. Mencegah kanker karena mengandung antioksidan.
- h. Mencegah masalah gizi ganda (akibat kekurangan dan kelebihan gizi) beserta berbagai penyakit yang menyertainya, baik infeksi maupun degeneratif.
- i. Mencegah osteoporosis karena mengandung kalsium tinggi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah kacang kedelai mentah, ragi tempe, tepung tapioka, dan plastik pembungkus. Sedangkan alat yang digunakan adalah panci, kompor, tampah, saringan, sendok, lilin, dan ember.

Langkah Kerja

1. Merendam kacang kedelai dengan air bersih selama satu malam.
2. Merebus kacang kedelai selama 25 menit kemudian diangkat dan diamkan semalaman.



3. Mencuci kacang kedelai dan membuang kulit ari dengan cara diremas-remas sampai biji terbelah.
4. Merebus kembali dengan air baru dan bersih selama ± 5 menit untuk mensterilkan.
5. Meniriskan kacang kedelai hingga kering dan dingin
6. Menaburkan ragi dan tepung tapioca sampai benar-benar merata.
7. Kemudian kedelai yang telah diberikan ragi dibungkus dengan menggunakan plastik.
8. Melubangi plastik dengan menggunakan tusuk gigi.
9. Setelah itu disimpan selama dua hari.
10. Setelah dua hari tempe sudah siap untuk dijadikan bahan pangan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan tempe pada dasarnya adalah proses fermentasi dengan didahului oleh berbagai proses lainnya. Hal yang berperan penting dalam proses fermentasi adalah faktor inokulum yang berisi kapang dari genus *Rhizopus* sp. seperti *Rhizopus oryzae* atau *Rhizopus oligosporus*. Selama proses fermentasi, jenis-jenis mikroorganisme lain mungkin dapat hidup namun tidak menunjukkan aktivitas yang nyata. Fermentasi kapang hanya berlangsung aktif kurang lebih 1-2 hari, setelah itu terbentuk spora-spora yang berwarna kehitaman.

Tempe pada umumnya memiliki daya simpan yang terbatas, apabila terlalu lama disimpan tempe akan membusuk. Hal ini dikarenakan pada proses fermentasi yang terlalu lama, proses degradasi protein dan turunannya terus berlanjut dan tumbuhnya bakteri pembusuk sehingga terbentuk amoniak, yang menyebabkan munculnya bau busuk. Kualitas tempe antara lain bergantung pada kualitas kedelai, kultur kapang dan teknologi prosesnya. Pada pengolahan tempe, tahapan prosesnya adalah meliputi tahapan pencucian dan pembersihan, perendaman, perebusan, pengupasan kulit ari, penirisan, pendinginan dan pengeringan, inokulasi, dan inkubasi, yang teknologinya adalah sebagai berikut ini.

Pencucian dan Pembersihan

Tahap pencucian dan pembersihan merupakan tahap pertama dalam pengolahan tempe. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran dan kontaminan lainnya seperti serangga, tanah, dan bahan asing lainnya. Biji kedelai yang digunakan untuk pengolahan tempe harus bersih, tidak tercampur dengan benda asing seperti kerikil, batu, dan biji lainnya, serta bentuk biji kedelai sebaiknya seragam. Penggunaan air pencuci yang bersih dengan jumlah yang cukup diharapkan dapat menghilangkan semua kotoran yang terdapat pada kedelai.

Perendaman



Pada saat proses perendaman, biji kedelai akan mengalami proses hidrasi sehingga terjadi kenaikan kadar air biji kedelai. Beberapa peneliti menyebutkan kenaikannya dapat mencapai dua kali dari kadar air awal. Proses perendaman dapat dilakukan pada suhu kamar (sekitar 30 °C) selama 12-15 jam.

Perebusan

Perebusan dilakukan setelah perendaman. Tujuan perebusan ini selain melunakkan kedelai adalah untuk memusnahkan mikroorganisme kontaminan, menginaktifkan tripsin-inhibitor, menyebabkan protein terdenaturasi yang akan lebih mudah digunakan oleh kapang, dan membebaskan beberapa nutrisi yang diperlukan untuk fermentasi kapang. Perebusan harus dilakukan dengan jumlah air yang cukup agar kematangan biji kedelai merata. Bergantung pada jumlah kedelai yang direbus, perebusan dapat berlangsung 20 hingga 1 jam.

Pengupasan

Pengupasan merupakan salah satu tahap penting dalam proses pengolahan tempe. Kulit ari yang masih tersisa karena pengulitan yang tidak sempurna akan mengakibatkan inokulum tidak dapat tumbuh dengan baik.

Penirisan, Pendinginan, dan Pengeringan

Tahap penirisan, pendinginan, dan pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan air, menurunkan suhu, dan mengeringkan permukaan biji kedelai. Secara tradisional setelah proses perebusan biasanya kedelai ditiriskan dan disebarkan pada wadah (nampan) bambu. Disarankan menggunakan wadah berlubang untuk meniriskan kedelai setelah proses perebusan. Penirisan yang tidak sempurna akan memicu pertumbuhan bakteri sehingga dapat menyebabkan fermentasi gagal. Selanjutnya, kedelai sebaiknya didinginkan sampai mencapai suhu 38°C sebelum dilakukan inokulasi kapang.

Inokulasi

Inokulasi dilakukan dengan penambahan inokulum, yaitu ragi tempe atau laru. Inokulum dapat berupa kapang yang tumbuh dan dikeringkan pada daun waru atau daun jati (disebut usar, digunakan secara tradisional), spora kapang tempe dalam medium tepung (terigu, beras, atau tapioka; banyak dijual di pasaran), ataupun kultur *R. oligosporus* murni (umum digunakan oleh pembuat tempe di luar Indonesia) (Setiarto, 2020: 168). Penggunaan inokulum spora kapang (laru tempe) pada saat inokulasi memegang peranan penting pada keberhasilan produksi tempe. Penggunaan jenis dan jumlah laru berperan terhadap tempe yang dihasilkan. Penambahan laru tempe yang berlebihan akan mengakibatkan fermentasi tidak sempurna. Sebaliknya jika penambahan laru tempe kurang dapat mengakibatkan bakteri perusak tumbuh. Kondisi optimal pemberian laru tempe saat inokulasi adalah bila laru yang ditambahkan mengandung spora kapang sebanyak 6 log spora/100 yang telah direbus.



Pengemasan

Kedelai yang sudah diinokulasi dan bercampur dengan laru tempe kemudian dikemas. Jenis pengemas yang digunakan pada pengolahan tempe dapat berupa daun pisang atau kantong plastik. Beberapa persyaratan bahan kemasan untuk fermentasi tempe adalah sebagai berikut:

- a. Permeabilitas terhadap oksigen cukup untuk pertumbuhan dan pembentukan miselium
- b. Suhu di dalam kemasan dapat dikontrol
- c. Kadar air kedelai dapat dijaga selama masa inkubasi
- d. Tidak ada kontak air bebas dengan kedelai
- d. Menjamin fermentasi tempe berlangsung dalam kondisi bersih dan baik
- e. Inkubasi

Suhu, waktu, dan kelembaban relatif (RH) saat inkubasi adalah tiga faktor penting yang dapat mempengaruhi proses fermentasi tempe. Faktor lainnya yang juga dapat mempengaruhi proses fermentasi tempe adalah ketersediaan oksigen yang diperlukan oleh laru tempe untuk tumbuh. Selama proses inkubasi terjadi proses fermentasi yang menyebabkan terjadinya perubahan komponen kimia pada biji kedelai. (Rahayu, dkk., 2015). Berikut karakteristik dan perbedaan lama fermentasi tempe.

Tabel 1. Karakteristik sensori tempe segar, semangit, dan bosok.

Tipe Tempe	Tekstur	Warna	Aroma
Tempe segar (fermentasi selama 2 hari)	Padat	Putih	Aroma khas tempe segar
Tempe semangit (fermentasi 5 hari)	Sedikit empuk	Kecoklatan	Sedikit berbau busuk
Tempe bosok (fermentasi 8 hari)	Empuk	Cokelat	Berbau busuk

Kandungan zat gizi tempe dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti 1) kandungan zat gizi awal pada kedelai yang dijadikan sebagai bahan baku utama; 2) kualitas bahan lain (bahan tambahan) yang digunakan, seperti air dan kultur starter; 3) tahapan proses produksi yang diterapkan; serta 4) penerapan sanitasi dan higiene selama proses produksi dan distribusi tempe (Astawan, Wresdiyati, & Maknun, 2017: 42). Perbedaan karakteristik dan komposisi zat gizi bahan baku yang digunakan akan sangat menentukan karakteristik dan komposisi zat gizi tempe yang dihasilkan. Komposisi zat gizi berbagai jenis tempe dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Komposisi Berbagai Bahan



Zat Gizi	Kadar per 100 g Tempe Segar dari Berbagai Bahan			
	Kedelai	Gembus	Lamtoro	Koro Benguk
Protein (g)	18,3	5,7	11	10,2
Lemak (g)	4,0	1,3	2,5	1,3
Karbohidrat (g)	12,7	10,3	20,4	23,3
Kalsium (mg)	129	204	42	42
Fosfor (mg)	154	80	15	15
Zat besi (mg)	10	1,5	2,6	2,6
Vitamin A (IU)	50	0	30	0
Vitamin B1 (mg)	0,17	0,09	0,19	0,09
Energi (kkal)	149	75	142	141

Tabel 2. memperlihatkan bahwa tempe kedelai masih lebih unggul dibandingkan tempe berbahan baku lainnya. Tempe kedelai mengandung protein, fosfor, zat besi, vitamin B1, dan vitamin A yang paling tinggi dibandingkan jenis tempe lainnya. Hal tersebut dikarenakan kadar protein, vitamin A, dan lain-lain pada kedelai yang juga lebih tinggi dibandingkan bahan lainnya.

Perbedaan karakteristik bahan baku juga membutuhkan cara pengolahan yang berbeda, misalnya 'pigeon pea' yang bertekstur sangat keras membutuhkan perebusan yang lebih lama dari kedelai, yaitu mencapai 3 jam. Meskipun demikian, pada umumnya penampilan tempe yang terbuat dari kedelai dan bukan kedelai hampir sama, karena permukaannya tertutupi oleh miselium kapang. Akan tetapi, citarasa dan teksturnya sangat berbeda satu sama lainnya. Dalam hal ini pun, tempe yang terbuat dari kedelai masih lebih unggul dibandingkan yang lainnya (Astawan, Wresdiyati, & Maknun, 2017: 151).

PENUTUP

Kesimpulan

1. Pembuatan tempe melibatkan kapang *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus* atau *Rhizopus microsporus*. Kapang jenis *Rhizopus oryzae* sering lebih sering digunakan.
2. Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kapang untuk mendapatkan tempe yang baik yaitu suhu, oksigen dan kadar air setiap jenis kapang memerlukan keadaan lingkungan yang berbeda.
3. Tahapan proses pengolahan tempe, meliputi tahapan pencucian dan pembersihan, perendaman, perebusan, pengupasan kulit ari, penirisan, pendinginan dan pengeringan, inokulasi, dan inkubasi.



REFERENSI

- Ariani, D. & Angwar, M. 2018. *Produk Pangan Berbasis Tempe dan Aplikasinya*. Jakarta: LIPI Press.
- Baharuddin, H. & Idrus, I.K. 2020. *Bioteknologi untuk Hidup yang Lebih Baik*. Jakarta: Kemendikbud.
- Pramashinta, A., Riska, L., & Hadiyanto. 2014. Bioteknologi Pangan: Sejarah, Manfaat, dan Potensi Resiko. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3 (1), 1-6.
- PUSIDO BSN. 2012. *Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Rahayu, W.P., Pambayun, R., Santoso, U., Nuraida, L., & Ardiansyah. 2015. *Tinjauan Ilmiah Proses Pengolahan Tempe Kedelai*. Jakarta: Patpi.
- Setiarto, B.H. 2020. *Teknologi Fermentasi Pangan Tradisional dan Produk Olahannya*. Bogor: Guepedia.
- Sukirman & Suyitno. 2008. *Biologi*. Jakarta: Yudhistira Ghalia Indonesia.