

**PENGOLAHAN AMPAS TAHU SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN KECAP
DENGAN PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN *Aspergillus wentii***

**TOFU WASTE TREATMENT AS RAW MATERIAL FOR MAKING SOY
SAUCE WITH FERMENTATION PROCESS USING *Aspergillus wentii***

Melia Suri, Cintiya Septa Hasannah*, Aulia Rahmatunnissa, Salwa Malani, Ryzka
Nanda Lestari

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puserjaya, Kecamatan Telukjambe Timur, Kabupaten
Karawang, Jawa Barat, Indonesia, 41361, (0267) 641177

*Corresponding author: cintiya.septa@ft.unsika.ac.id

Abstrak

Tahu merupakan salah satu makanan khas Indonesia yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Industri tahu pada setiap proses produksinya menghasilkan limbah tahu berupa ampas tahu. Pemanfaatan ampas tahu dapat diolah menjadi bahan dasar pembuatan kecap melalui proses fermentasi. Kecap adalah produk berbentuk cair hasil fermentasi yang ditambah gula dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lainnya. Fermentasi kecap terdiri atas 2 tahap, yaitu fermentasi koji yang dilakukan menggunakan *Aspergillus wentii* konsentrasi 2%, 5% dan 8%. Kemudian dilanjutkan pada fermentasi moromi 20%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengolah kembali ampas tahu menjadi produk kecap, dan untuk mengetahui analisis mutu dan analisis cemaran pada hasil fermentasi atau kecap mentah dengan variasi konsentrasi *Aspergillus wentii* pada fermentasi bulan ke- 1, 2, dan 3 terhadap kesesuaian SNI 3543.1, 2013 bagian kecap manis dan SNI 3543.2, 2013 bagian kecap asin. Dari hasil analisis kecap mentah ampas tahu, didapatkan kadar protein yang mendekati SNI kecap manis sebesar 0,8%. Kadar gula yang tertinggi sebesar 20,22% dan belum memenuhi SNI kecap manis. Kadar garam (NaCl) tertinggi sebesar 17,63% yang sudah memenuhi SNI kecap asin. Nilai pH kecap mentah yang mendekati SNI kecap manis dan asin adalah 6,86 serta kecap mentah tidak mengandung cemaran, baik cemaran logam Merkuri, cemaran mikroba *coliform*, dan cemaran total aflatoksin yang sudah memenuhi standar SNI kecap manis dan SNI kecap asin.

Kata kunci: ampas tahu, kecap, *Aspergillus wentii*, fermentasi, analisis kecap.

Abstract

Tofu is a typical Indonesian food that is widely consumed by Indonesian people. The tofu industry in every production process produces tofu waste in the form of tofu dregs. The use of tofu dregs can be processed into a basic ingredient for making soy sauce through a fermentation process. Soy sauce is a liquid product resulting from fermentation with added sugar with or without the addition of other food ingredients. Soy sauce fermentation consists of 2 stages, namely koji fermentation which is carried out using *Aspergillus wentii* concentrations of 2%, 5% and 8%. Then proceed to 20% moromi fermentation. The aim of this research is to reprocess tofu dregs into soy sauce products, and to determine the quality analysis and contamination analysis of fermented products or raw soy sauce with variations in the concentration of *Aspergillus wentii* in the 1st, 2nd and 3rd months of fermentation regarding the conformity of SNI 3543.1, 2013 sweet soy sauce section and SNI 3543.2, 2013 salty soy sauce section. From the analysis results raw tofu dregs soy sauce, obtained a protein content that is close to the SNI for sweet soy sauce at 0.8%. The highest sugar content is 20.22% and does not meet the SNI for sweet soy sauce. The highest salt (NaCl) content is 17.63% which meets

the SNI for soy sauce. The pH value of raw soy sauce which is close to the SNI for sweet and salty soy sauce is 6.86 and raw soy sauce does not contain any contamination, including mercury metal contamination, coliform microbial contamination, and total aflatoxin contamination which meets the SNI standards for sweet soy sauce and SNI for salty soy sauce.

Key words: tofu dregs, soy sauce, *Aspergillus wentii*, fermentation, soy sauce analysis.

Pendahuluan

Makanan khas Indonesia yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat adalah tahu. Masyarakat memilih tahu sebagai santapan sehari-hari karena tahu memiliki kandungan protein yang tinggi dan harga jual yang relatif murah. Hal tersebut menjadikan industri tahu berkembang pesat secara konvensional. Setiap industri tahu menghasilkan limbah tahu, yang terdiri dari limbah padat tahu (ampas tahu) dan limbah cair tahu. Pengolahan limbah padat tahu (ampas tahu) dapat diolah menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu dan pakan ternak (Cahyani et al., 2021). Namun, pada pengolahan tahu masih banyak protein yang tertinggal dalam ampas tahu, hal ini karena pada proses pembuatan tahu tidak semua bagian protein bisa diekstrak, terutama bila menggunakan proses penggilingan sederhana dan tradisional. Proses pembuatan tahu tradisional hanya mampu mengekstrak sebagian protein kedelai, sedangkan protein yang tidak terekstrak inilah yang masih terdapat dalam ampas tahu (Widayat & Satriadi, 2005). Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada ampas tahu segar, dalam ampas tahu masih terdapat kadar protein sebesar 4,53%. Pertimbangan ini yang menjadi dasar untuk memanfaatkan dan mengolah kembali ampas tahu menjadi bahan baku dalam pembuatan kecap.

Umumnya, bahan baku kecap berasal dari kedelai hitam atau kedelai kuning, tempe, ampas kacang, air kelapa, oncom dan ikan. Kecap adalah produk hasil fermentasi yang dikonsumsi terutama di negara Asia sebagai produk bumbu dan pencita rasa makan selama lebih dari 3000 tahun (Muangthai et al., 2009). Kecap adalah cairan kental yang memiliki kandungan protein didalamnya. Protein tersebut diperoleh dari rebusan kedelai yang telah difermentasi dan ditambah gula, garam serta rempah-rempah. Proses dalam membuat kecap dibagi dalam 3 (tiga) cara yaitu metode hidrolisis, fermentasi, serta kombinasi fermentasi dan hidrolisis. Pembuatan kecap metode hidrolisis pada dasarnya adalah pemecahan protein secara kimia maupun enzimatik menggunakan asam kuat, sehingga menghasilkan asam-asam amino dan peptida. Akan tetapi, metode hidrolisis membutuhkan waktu yang lebih lama serta membutuhkan pengaturan kondisi yang lebih kompleks (Widayat & Satriadi, 2005).

Metode kedua dalam pembuatan kecap adalah secara fermentasi. Fermentasi adalah proses penguraian protein oleh enzim yang dihasilkan kapang, khamir atau bakteri sebagai mikroorganisme dalam starter kecap. Metode ketiga adalah kombinasi dari metode hidrolisis dan fermentasi. Umumnya pembuatan kecap di Indonesia dilakukan secara fermentasi. Fermentasi terdiri atas 2 tahap, yaitu fermentasi kapang atau disebut koji (*solid stage fermentation*) dan dilanjutkan dengan fermentasi dalam larutan garam atau disebut moromi (*brine fermentation*). Pada fermentasi koji, mikroba yang berperan antara lain *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus sojae*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus wentii* dan *Rhizopus oligosporus*. Pada penelitian ini, menggunakan *Aspergillus wentii* dengan melakukan variasi konsentrasi 2%, 5% dan 8%. Kemudian dilanjutkan fermentasi moromi dalam larutan garam 20% dan dilakukan pengujian terhadap kecap ampas tahu pada bulan ke 1, 2 dan 3. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan dan mengolah kembali ampas tahu menjadi produk yang bernilai dengan variasi konsentrasi *Aspergillus wentii* dan melihat kesesuaian mutu yang terdapat dalam kecap ampas tahu. Adapun syarat mutu yang digunakan adalah

berdasarkan SNI 3543.1:2013 (bagian kecap manis) dan SNI 3543.2:2013 (bagian kecap asin), disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Kecap

| No. | Kriteria uji | SNI 3543.1:2013 (bagian kecap manis) | SNI 3543.2:2013 (bagian kecap asin) |
|-----|--|---|--|
| 1 | Keadaan | | |
| 1.1 | Bau | Normal, khas | Normal, khas |
| 1.2 | Rasa | Normal, khas | Normal, khas |
| 2 | Kadar protein, %b/b | Min. 1,0 | Min. 4,0 |
| 3 | Kadar gula (dihitung sebagai sakarosa), %b/b | Min. 30 | - |
| 4 | Total garam (NaCl), %b/b | - | Min. 10 |
| 5 | Ph | 3,5 – 6,0 | 3,5 – 6,0 |
| 6 | Cemaran logam: | | |
| 6.1 | Timbal (Pb), mg/kg | Maks. 1,0 | Maks. 1,0 |
| 6.2 | Kadmium (Cd), mg/kg | Maks. 0,2 | Maks. 0,2 |
| 6.3 | Timah (Sn), mg/kg | Maks. 40,0 | Maks. 40,0 |
| 6.4 | Merkuri (Hg), mg/kg | Maks. 0,05 | Maks. 0,05 |
| 7 | Cemaran arsen (As), mg/kg | Maks 0,5 | Maks. 0,5 |
| 8 | Cemaran mikroba: | | |
| 8.1 | Bakteri koliform, APM/g | <3 | <3 |
| 8.2 | Kapang, koloni/g | Maks. 50 | Maks. 50 |
| 9 | Aflatoksin: | | |
| 9.1 | B ₁ | Maks. 15 | Maks. 15 |
| 9.2 | Total aflatoksin, µg/kg | Maks. 20 | Maks. 20 |

CATATAN: *hanya untuk cairan hasil fermentasi kedelai

Sumber: (SNI 3543.1, 2013) dan (SNI 3543.2, 2013)

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium mikrobiologi dan kimia analisis, Program Studi Kimia Analisis, SMK Bani Saleh, Kota Bekasi. Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan pada Tahun 2023 dengan kegiatan yaitu 1) Tahap inokulasi *Aspergillus wentii*, terdiri dari pembuatan media *Potato Dextrosa Agar* (PDA), inokulasi *Aspergillus wentii*; 2) Tahap pembuatan kecap, terdiri dari preparasi bahan baku, fermentasi koji, pengeringan, fermentasi moromi; 3) Analisis kecap, terdiri dari analisis kadar gula, analisis kadar garam, uji pH, analisis kadar protein, analisis cemaran logam merkuri (Hg), analisis cemaran mikroba koliform, dan analisis kadar total aflatoksin.

Prosedur Kerja

Tahap Inokulasi *Aspergillus wentii*

Pembuatan media *Potato Dextrosa Agar* (PDA)

Potato Dextrosa Agar (PDA) adalah media yang digunakan untuk pertumbuhan *Aspergillus wentii*. PDA dibuat sebanyak 150 ml dengan etiket yang tertera 500g/12,8L. Mula-mula timbang 5,86 gram PDA kemudian dilarutkan dalam Erlenmeyer 250 ml dengan aquadest 150 ml. Tutup Erlenmeyer dengan kapas sebagai penutup, kemudian panaskan PDA ± 5 menit atau hingga larut sempurna. PDA yang telah larut sempurna disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 20 menit. Selanjutnya PDA di tuang ke dalam cawan petri steril, diamkan hingga dingin dan membentuk agar. Penuangan PDA steril dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF).

Inokulasi *Aspergillus wentii*

Inokulasi *Aspergillus wentii* dilakukan dalam LAF. Mula-mula panaskan jarum ose hingga memijar di atas spiritus, kemudian diamkan hingga agak dingin. Gunakan ose yang telah dipanaskan untuk mengambil kultur *Aspergillus wentii* murni dengan cara mengambil sebagian kecil hifa menggunakan ose. Kemudian ose dipindahkan ke media agar PDA dan gores ose menyebar dipermukaan media agar PDA cawan petri. *Aspergillus wentii* diinkubasi pada suhu ruang 25 – 27°C dan amati pertumbuhannya selama 3 – 5 hari.

Tahap Pembuatan Kecap

Preparasi bahan baku

Ampas tahu yang digunakan adalah ampas tahu segar yang berasal dari pabrik tahu di daerah kab. Bekasi. Ampas tahu direndam dengan air hangat bersih selama 12 jam untuk membersihkan kotoran-kotoran pada ampas tahu. Selanjutnya, ampas tahu diperas menggunakan kain saring hingga kadar airnya berkurang. Ampas tahu disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 20 menit. Menurut (Wulandari et al., 2021), tujuan dari sterilisasi adalah untuk membunuh agen yang menjadi penyebab kontaminasi pada bahan dan peralatan.

Fermentasi I (Koji)

Ampas tahu yang telah disterilisasi dibagi menjadi 3 sampel di dalam beaker yang berbeda, kemudian ditambahkan starter *Aspergillus wentii* dengan variasi konsentrasi 2%, 5% dan 8% di masing-masing beaker. Fementasi koji selama 5 hari pada suhu 32°C. Fermentasi koji dilakukan di dalam beaker 300 ml dan ditutup dengan aluminium foil yang diberi lubang untuk menghindari terjadinya kontaminasi, namun tetap menciptakan suasana aerob untuk pertumbuhan kapang. Menurut (Devanathi & Gkatzionis, 2019)kapang bersifat mesofilik, yaitu tumbuh baik pada suhu 21°C-42°C. Suhu optimum pertumbuhan kapang adalah sekitar 25°C-30°C, namun beberapa dapat tumbuh pada suhu 35°C-37°C.

Pengeringan

Setelah fermentasi koji, kemudian koji dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 48 jam. Tujuan dari pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air dari koji, sehingga menghambat pertumbuhan mikroba pada fermentasi moromi.

Fermentasi II (Moromi)

Fermentasi II atau moromi berlangsung dalam larutan garam 20%. Perbandingan antara koji dan larutan garam adalah 1:2, setiap 200 gram koji membutuhkan 400 ml larutan garam. Fermentasi moromi berlangsung selama 3 bulan. Pada fermentasi moromi dilakukan pengadukan 2 kali dalam seminggu, hal ini bertujuan untuk menjaga keseragaman konsentrasi garam, memberikan aerasi yang cukup, mencegah pertumbuhan mikroorganisme anaerobik yang tidak diinginkan dan untuk mengeluarkan karbondioksida. Menurut (O'toole, 2019) kisaran suhu yang baik untuk fermentasi moromi adalah 24°C-37°C.

Analisis Kecap

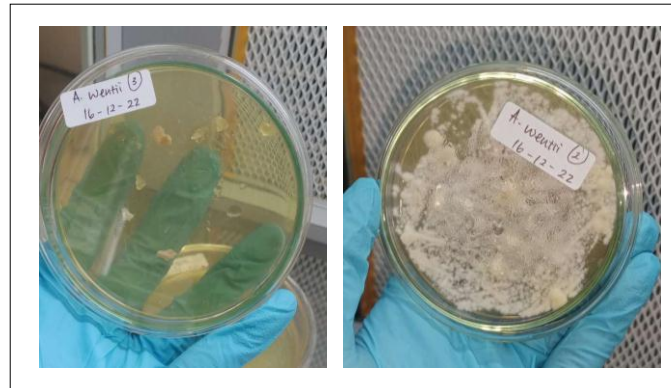
Hasil fermentasi moromi disaring menggunakan kain saring. Cairan kental hasil penyaringan ini disebut moromi atau kecap mentah. Kecap mentah kemudian disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 20 menit. Pengambilan sampel kecap mentah dilakukan pada bulan ke 1, 2 dan 3. Selanjutnya, sampel kecap mentah dilakukan analisis mutu kecap berdasarkan SNI 3543.1:2013 (bagian kecap manis) dan SNI 3543.2:2013 (bagian kecap asin). Analisis yang

dilakukan terdiri dari analisis kadar gula, analisis kadar garam, uji pH, analisis kadar protein, analisis cemaran logam merkuri (Hg), analisis cemaran mikroba koliform, dan analisis kadar total aflatoksin.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Penelitian ini diawali dengan tahap inokulasi *Aspergillus wentii*. Gambar 1 adalah hasil dari tahap inokulasi *Aspergillus wentii*.



Gambar 1.: Inokulasi *Aspergillus wentii*

Setelah didapatkan inokulasi *Aspergillus wentii* yang cukup, selanjutnya adalah tahap pembuatan kecap. Gambar 2 adalah proses fermentasi kecap selama 3 bulan.



Gambar 2.: Fermentasi moromi kecap

Hasil dari fermentasi yang disebut dengan moromi atau kecap mentah, kemudian dilakukan pengambilan sampel pada bulan ke-1, 2 dan 3. Gambar 3 adalah sampel moromi atau kecap mentah.

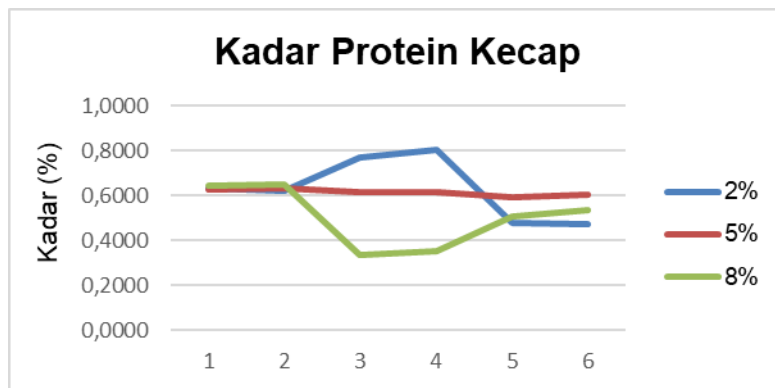


Gambar 3.: Moromi atau kecap mentah

Selanjutnya moromi atau kecap mentah dilakukan analisis mutu dan cemaran. Berikut adalah hasil dari analisis yang dilakukan pada kecap mentah dengan konsentrasi *Aspergillus wentii* 2%, 5% dan 8% pada bulan ke-1, 2 dan 3, yaitu:

a. Analisis kadar protein

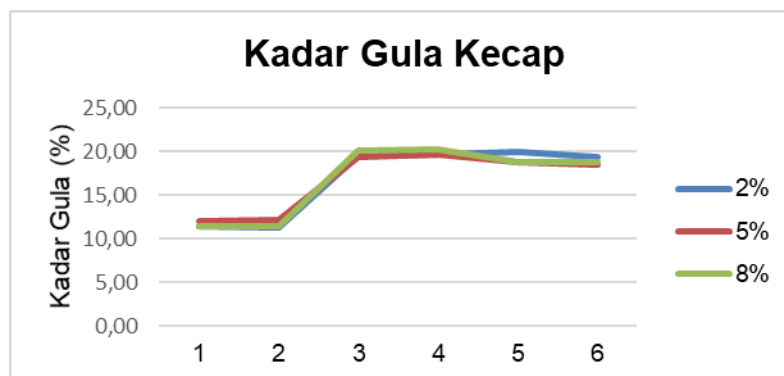
Kadar protein pada kecap mentah didapatkan, kadar protein tertinggi pada fermentasi 2 bulan pada konsentrasi *Aspergillus wentii* 2%. Gambar 4 adalah grafik kadar protein kecap mentah.



Gambar 4.: Kadar protein kecap mentah

b. Analisis kadar gula

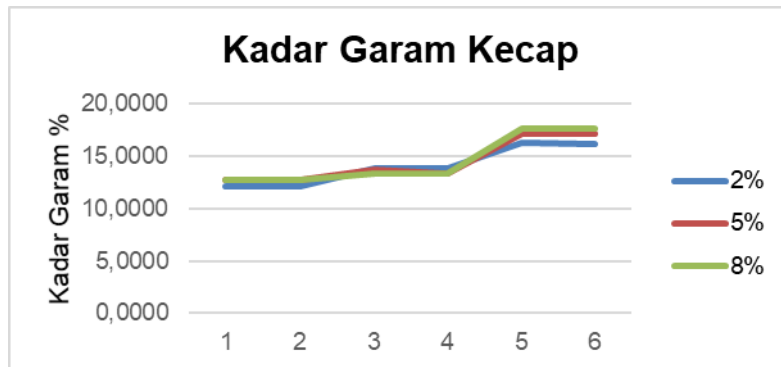
Kadar gula pada kecap mentah didapatkan, kadar gula tertinggi pada fermentasi 2 bulan. Gambar 5 adalah grafik kadar gula kecap mentah.



Gambar 5.: Kadar gula pada kecap mentah

c. Analisis kadar garam

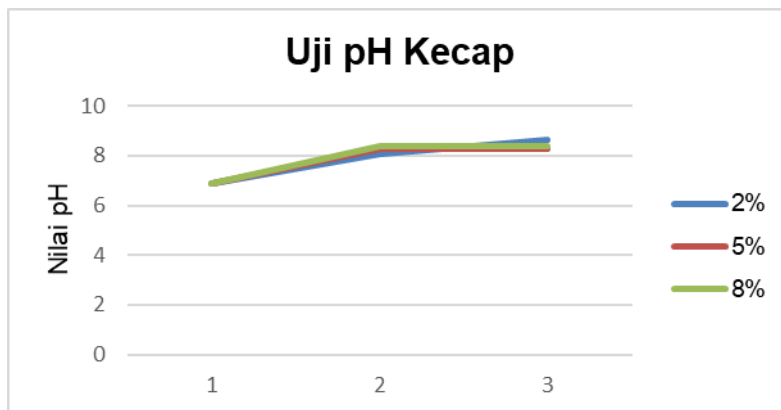
Kadar garam pada kecap mentah didapatkan, kadar garam tertinggi pada fermentasi 3 bulan. Gambar 6 adalah grafik kadar garam kecap mentah.



Gambar 6.: Kadar garam pada kecap mentah

d. Uji pH

Uji pH pada kecap mentah didapatkan, kadar nilai pH tertinggi pada fermentasi 3 bulan. Gambar 7 adalah grafik nilai pH kecap mentah.



Gambar 7.: Uji pH pada kecap mentah

e. Analisis cemaran logam Merkuri (Hg)

Analisis cemaran logam Merkuri (Hg) pada kecap mentah, didapatkan hasil analisis tidak terdeteksi cemaran logam Merkuri. Tabel 2 adalah data analisis cemaran logam Merkuri (Hg).

Tabel 12 Analisis cemaran logam Merkuri (Hg) pada kecap mentah

| Sampel | Hasil analisis cemaran Hg (mg/kg) | | | SNI |
|--------|-----------------------------------|------------------|------------------|-----------|
| | Bulan 1 | Bulan 2 | Bulan 3 | |
| 2% | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | Maks 0,05 |
| 5% | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | |
| 8% | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | |

f. Analisis cemaran mikroba *coliform*

Analisis cemaran *coliform* pada kecap mentah, didapatkan hasil analisis tidak terdeteksi cemaran mikroba *coliform*. Tabel 3 adalah data analisis cemaran mikroba *coliform*.

Tabel 3. Analisis cemaran mikroba *coliform* pada kecap mentah

| Sampel | Hasil MPN <i>Coliform</i> (APM/g) | | | SNI |
|--------|-----------------------------------|------------------|------------------|-----|
| | Bulan 1 | Bulan 2 | Bulan 3 | |
| 2% | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | |
| 5% | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | <3 |
| 8% | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | Tidak terdeteksi | |

g. Analisis kadar total aflatoksin

Analisis cemaran logam Merkuri (Hg) pada kecap mentah, didapatkan hasil analisis tidak terdeteksi cemaran logam Merkuri. Tabel 4 adalah data analisis cemaran logam Merkuri (Hg).

Tabel 4. Kadar total aflatoksin pada kecap mentah

| Sampel | Total Aflatoksin ($\mu\text{g}/\text{kg}$) | SNI | |
|--------|--|--------------------------------|--|
| | | B1 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) | Total aflatoksin ($\mu\text{g}/\text{kg}$) |
| 2% | Tidak Terdeteksi | | |
| 5% | Tidak Terdeteksi | Maks. 15 | Maks. 20 |
| 8% | Tidak Terdeteksi | | |

Pembahasan

Kualitas kecap dinilai dari kandungan proteinnya. Kadar protein yang diukur dalam penelitian adalah protein total dengan mengukur kandungan nitrogen dalam sampel dengan metode Khjeldal. Semakin tinggi kandungan nitrogen, semakin banyak asam amino yang terkandung juga dalam kecap tersebut. Salah satu asam amino tersebut adalah asam glutamat yang dapat memberikan cita rasa pada kecap. Degradasi protein pada ampas tahu ini terjadi pada saat fermentasi koji yang memecah protein menjadi senyawa-senyawa sederhana seperti asam amino dan peptida. Kemudian pada fermentasi moromi dilanjutkan dengan enzim-enzim yang dihasilkan oleh kapang untuk terus bekerja dalam mendegradasi protein maupun peptida menjadi senyawa-senyawa asam amino. Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan variasi konsentrasi *Aspergillus wentii* dan lama fermentasi terhadap kecap mentah memberikan pengaruh yang berbeda pada kadar protein.

Kecap mentah variasi konsentrasi *Aspergillus wentii* 2% dengan lama fermentasi 2 bulan mengalami peningkatan kadar protein dari lama fermentasi 1 bulan, yaitu sebesar 0,8%. Hal ini terjadi karena semakin banyak molekul protein terpecahkan, sehingga total nitrogen terlarut cenderung meningkat. Kadar protein kecap mentah ini mendekati standar SNI kecap manis untuk kadar protein yaitu minimal 1%. Sedangkan penurunan kadar protein pada konsentrasi dan lama fermentasi yang berbeda disebabkan oleh protein yang akan terpecahkan mulai berkurang dan kemungkinan sudah tidak ada lagi. Selain itu, enzim protease yang dihasilkan oleh kapang untuk memecah substrat protein ampas tahu optimal bekerja selama 2 bulan, serta

mengingat kadar protein dalam ampas tahu yang lebih sedikit dibandingkan kadar protein kedelai sebagai bahan baku pembuatan kecap (Kurniawan, 2008).

Selanjutnya adalah analisis kadar gula. Gula adalah produk terdegradasi dari bahan karbohidrat oleh enzim amilolitik. Fermentasi koji adalah sumber dari enzim amilolitik ini (Huang & Teng, 2004). Berdasarkan hasil analisis pada kecap mentah, lama fermentasi memberikan kadar gula yang signifikan berbeda pada kecap mentah. Analisis kadar gula kecap mentah menggunakan metode luff school. Pada Gambar 5 kecap mentah dengan lama fermentasi 2 bulan mengandung kadar gula lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi 1 bulan, yaitu sebesar 20,22%. Hal ini disebabkan oleh pengaruh enzim dari kapang khususnya enzim amilolitik yang memecah sukrosa, glukosa dan fruktosa menjadi gula-gula pereduksi selama fermentasi. Kemudian pada fermentasi 3 bulan mengalami penurunan kadar gula pada kecap mentah dengan konsentrasi *Aspergillus wentii* 5% dan 8%. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroba yang menggunakan gula menggunakan gula sebagai sumber energi selama fermentasi. Selain itu, bakteri fermentasi menghasilkan enzim amilase dan invertase untuk menghidrolisis gula, sehingga kadar gula pada bulan ke 3 mengalami penurunan (Fitri Astuti & Wardani, 2016). Kadar gula kecap mentah belum memenuhi standar SNI 3543.1:2013 kecap manis dengan kadar gula minimal 30%. Hal ini terjadi karena tidak melalui proses pemasakan (penambahan gula), sehingga kadar gula tidak mengalami peningkatan. Selain itu, tidak dilakukannya proses pemasakan pada penelitian adalah untuk melihat aktivitas *Aspergillus wentii* dalam menghasilkan gula pada kecap mentah.

Analisis selanjutnya adalah kadar garam yang dilakukan secara Argentometri dengan metode Mohr. Pada Gambar 6, didapatkan kadar garam tertinggi pada kecap mentah fermentasi 3 bulan. Kadar garam tertinggi sebesar 17,63% pada konsentrasi 8% dengan fermentasi 3 bulan, sedangkan kadar garam terkecil sebesar 12,16% pada konsentrasi 2% dengan fermentasi 1 bulan. Namun, kecap mentah dengan konsentrasi *Aspergillus wentii* 2%, 5% dan 8% pada fermentasi 1, 2 dan 3 bulan, memenuhi standar kadar garam untuk kecap asin yaitu minimal 10%. Pada fermentasi moromi, konsentrasi larutan garam yang digunakan adalah 20% (b/v) (Luh, 1995). Fungsi dari perendaman dalam larutan garam adalah mencegah pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan, kecuali bakteri asam laktat halofilik yang memengaruhi rasa dan aroma khusus kecap. Kemudian menghilangkan rasa pahit akibat pemecahan protein oleh enzim protease, bertindak sebagai pengawet dan memberi rasa asin pada kecap serta membentuk fraksi anaerob pada media fermentasi (Kurniawan, 2008).

Kemudian Gambar 7 adalah grafik nilai pH kecap mentah. Dari hasil penelitian, lama fermentasi memberikan kenaikan pada nilai pH. Nilai pH kecap mentah yang mendekati standar SNI kecap adalah kecap mentah dengan variasi konsentrasi *Aspergillus wentii* 2%, 5% dan 8% dengan lama fermentasi 1 bulan, yaitu sebesar 6,86. Menurut (Kusumadati et al., 2014) kenaikan pH kecap mentah di fermentasi bulan 2 dan 3 diduga karena adanya degradasi protein lebih lanjut menjadi ammonia dan bereaksi dengan air membentuk NH_4OH , sehingga menimbulkan sifat basa pada larutan.

Berikutnya adalah analisis untuk cemaran pada kecap mentah. Tabel 2 adalah data hasil analisis cemaran logam merkuri (Hg). Analisis cemaran logam merkuri pada kecap mentah dilakukan dengan metode ICP. Hasil analisis cemaran logam merkuri untuk kecap mentah dengan konsentrasi *Aspergillus wentii* 2%, 5% dan 8% pada fermentasi 1, 2 dan 3 bulan, sudah memenuhi standar kecap SNI kecap manis atau asin yang diizinkan yaitu maksimal 0,05 mg/kg. Cemaran merkuri pada kecap mentah tidak terdeteksi atau nol. Tabel 3 adalah data hasil analisis cemaran mikroba *coliform*. *Coliform* adalah golongan bakteri intestinal campuran antara bakteri fekal dan bakteri non-fekal yang dapat hidup dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri fekal adalah bakteri yang ditemukan dalam tinja manusia dan hewan, seperti *Escherichia coli* (E.

coli), *Salmonella* dan *Shigella*. Pada kecap mentah dengan konsentrasi *Aspergillus wentii* 2%, 5% dan 8% pada fermentasi 1, 2 dan 3 bulan tidak terdeteksi atau nol cemaran mikroba *coliform*. Hal ini sudah memenuhi syarat SNI kecap manis atau asin cemaran *coliform* yang diizinkan yaitu <3 APM/g. Metode yang digunakan dalam analisis cemaran *coliform* adalah MPN (*Most Probable Number*).

Tabel 4 adalah data hasil analisis cemaran total aflatoksin. Aflatoksin total terdiri dari aflatoksin B1, B2, G1 dan G2 adalah mikotoksin yang diproduksi terutama oleh *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*. Analisis kadar aflatoksin pada penelitian menggunakan metode kromatografi cair (LCMS/MS). Metode ini memiliki sensitifitas alat yang tinggi dan cukup stabil untuk menghindari hasil negatif palsu atau hasil positif palsu (Lv et al., 2020). Kadar total aflatoksin pada kecap mentah dengan konsentrasi *Aspergillus wentii* 2%, 5% dan 8% tidak terdeteksi kadar aflatoksin pada sampel. Hal ini menunjukkan *Aspergillus wentii* tidak menghasilkan aflatoksin selama proses fermentasi kecap mentah. Dalam hal ini, kecap mentah bebas cemaran aflatoksin, yang tidak berpotensi membahayakan produk pangan. Kecap mentah tidak mengandung total aflatoksin, sehingga memenuhi standar SNI kecap manis atau asin dengan kadar total aflatoksin yang diizinkan maksimal 20 µg/kg.

Kesimpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah kecap mentah ampas tahu dengan fermentasi menggunakan *Aspergillus wentii* konsentrasi 2%, 5% dan 8%, didapatkan kadar protein yang mendekati SNI kecap manis sebesar 0,8%. Kadar gula yang tertinggi sebesar 20,22%, kadar garam (NaCl) sebesar 17,63%. Nilai pH kecap mentah yang mendekati SNI adalah 6,86 serta kecap mentah tidak mengandung cemaran, baik cemaran logam Merkuri, cemaran mikroba *coliform*, dan cemaran total aflatoksin.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Ibu Cintiya Septa Hasannah yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama proses penelitian dan pada penulisan jurnal ini. Serta kepada teman-teman yang telah bekerjasama dalam pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- 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. *Proceeding of Chemistry Conferences*, 6, 27. <https://doi.org/10.20961/pcc.6.0.55086.27-33>
- Devanthi, P. V. P., & Gkatzionis, K. (2019). Soy sauce fermentation: Microorganisms, aroma formation, and process modification. In *Food Research International* (Vol. 120, pp. 364–374). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.010>
- Fitri Astuti, A., & Wardani, A. K. (2016). *PENGARUH LAMA FERMENTASI KECAP AMPAS TAHU TERHADAP KUALITAS FISIK, KIMIA DAN ORGANOLEPTIK Effect of Tofu Slurry Sweet Sauce Fermentation on Its Physical, Chemical and Organoleptic Quality* (Vol. 4, Issue 1).

- Huang, T.-C., & Teng, D.-F. (2004). *Soy Sauce: Manufacturing and Biochemical Changes*.
- Kurniawan, R. (2008). Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam dan Waktu Fermentasi terhadap Kualitas Kecap Ikan Lele. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(2), 127–135.
- Kusumadati, W., Satata, B., Siti, D., Fakultas, Z., Universitas, P., Raya, P., Yos Sudarso, J., & Nyaho, T. (2014). *KARAKTERISTIK KECAP AMPAS TAHU DARI BERBAGAI METODE PENGERINGAN HASIL FERMENTASI KAPANG DAN WAKTU FERMENTASI GARAM CHARACTERISTIC OF KETCHUP SOLID WASTE TOFU FROM VARIOUS DRYING METHODS OF YIELD FERMENTATION MOLD AND SALT FERMENTATION TIME* (Vol. 21).
- Luh, B. S. (1995). Industrial production of soy sauce. In *Journal of industrial Microbiology* (Vol. 14). <https://academic.oup.com/jimb/article/14/6/467/5988429>
- Lv, S., Wang, H., Yan, Y., Ge, M., & Guan, J. (2020). Quantification and confirmation of four aflatoxins using a LC–MS/MS QTRAP system in multiple reaction monitoring, enhanced product ion scan, and MS3 modes. *European Journal of Mass Spectrometry*, 26(1), 63–77. <https://doi.org/10.1177/1469066719866050>
- Muangthai, P., Upajak, P., Suwunna, P., & Patumpai, W. (2009). Development of healthy soy sauce from pigeon pea and soybean. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2(03), 291–301.
- O'toole, D. K. (2019). The role of microorganisms in soy sauce production. In *Advances in Applied Microbiology* (Vol. 108, pp. 45–113). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.aambs.2019.07.002>
- SNI 3543.1. (2013). *Kecap kedelai-Bagian 1: Manis*. www.bsn.go.id
- SNI 3543.2. (2013). *Kecap kedelai-Bagian 2: Asin*. www.bsn.go.id
- Widayat, & Satriadi, H. (2005). Pemanfaatan Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kecap Dengan Kapang *Aspergillus Oryzae*. *Reaktor*, 9(2), 95–99.
- Wulandari, S., Sholihatun Nisa, Y., Indarti, S., & Rr Rahmi Sri Sayekti, dan. (2021). STERILISASI PERALATAN DAN MEDIA KULTUR JARINGAN 1 1 2 2 1*. In *Agrinova: Journal of Agrotechnology Innovation* (Vol. 4, Issue 2). <https://jurnal.ugm.ac.id/Agrinova/>