

MONOGRAF:

**Potensi Pakis Bagi Kesehatan serta Efek
Fermentasi Terhadap Kandungan Fitokimia
dan Aktivitas Biologis**

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Jurianto Gambir

Sarma Siahaan

Mulyanita

Suaebah

MONOGRAF:
Potensi Pakis Bagi Kesehatan serta Efek
Fermentasi Terhadap Kandungan Fitokimia
dan Aktivitas Biologis



MONOGRAF:

Potensi Pakis Bagi Kesehatan serta Efek Fermentasi Terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Biologis

Edisi Pertama
Copyright©2022
WI.2022.0040

Cetakan Pertama: Maret, 2022
Ukuran: 15,5 cm x 23 cm; Halaman: xvi + 70

Penulis:
Jurianto Gambir
Sarma Siahaan
Mulyanita
Suaebah

Editor : *I Putu Suiiraoka*
Cover : *Tim Wawasan Ilmu*
Tata letak : *Nisfi Miftakhul Jannah*

Penerbit
Wawasan Ilmu
Anggota IKAPI
Leler RT 002 RW 006 Desa Kaliwedi Kec. Kebasen Kab. Banyumas
Jawa Tengah 53172
Email : naskah.wawasanilmu@gmail.com
Web : www.wawasanilmu.co.id

ISBN : 978-623-5984-55-1

All Right Reserved

Hak Cipta pada Penulis
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan segala ucapan puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan YME atas limpahan Berkah, Rahmat, dan Karunia, dan perkenannya hingga dapat menyelesaikan penelitian dengan lancar. Hasil penelitian selanjutnya kami tuangkan dalam penulisan buku Monograf dengan judul **“Potensi Pakis Bagi Kesehatan Serta Efek Fermentasi Terhadap Kandungan Fitokimia Dan Aktivitas Biologis”**.

Buku Monograf ini disusun dan didasari atas laporan hasil penelitian yang berjudul: “Upaya Peningkatan Nilai Gizi dan Aktivitas Antioksidan Pakis (*Stenochlaena Palutris*) Terfermentasi sebagai Kandidat Pangan Fungsional” yang telah dilakukan penulis bersama beberapa rekan dosen yang berasal dari Universitas Tanjung Pura Pontianak dan dosen di Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Pontianak.

Buku monograf yang disusun juga sebagai salah satu luaran dari kegiatan penelitian, diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan acuan dan buku rujukan dalam pembelajaran khususnya dalam mata kuliah terkait Prodi Gizi dan Dietetika, serta bahan edukasi dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Penulisan ini juga dimaksudkan dalam upaya mewujudkan integrasi hasil penelitian ke dalam muatan materi pada mata kuliah. Harapan penulis kiranya buku monograf ini dapat manambah khazanah ilmu pengetahuan mengungkap hal yang baru yang ada ditengah-tengah kehidupam masyarakat sehari-hari.

Tak ada gading yang tak retak demikian ungkapan penulis, kemungkinan ditemukannya kesalahan dan kelemahan dari laporan penelitian yang kami lakukan. Kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari para pembaca sangat penulis harapkan guna kebaikan dan penyempurnaan penulis dalam menulis di masa mendatang.

Tidak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada Direktur Poltekkes Kemenkes Pontianak Bapak Didik Hariyadi, S.Gz, M.Si yang telah memfasilitasi tim dalam keberlangsungan penelitian. Ucapan terimakasih tak terhingga buat sahabatku Dr. I Putu Suraoka, S.ST, M.Kes yang telah memotivasi penulis dalam berkarya lewat tulisan. Terkhusus ucapan terimakasih penulis untuk Risa Indah Puspasari, S.Tr.Gz dan mahasiswa tim

pakis (Stenochlaena palustris) 2021 Prodi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika Poltekkes Pontianak yang telah terlibat penuh dalam penelitian ini. Akhir kata semoga monograf ini memberi manfaat bagi masyarakat dan pembaca. Salam penulis, dan terima kasih.

Pontianak, 25 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiii |
| DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH | xv |
| BAB I | |
| PENDAHULUAN | |
| | 1 |
| A. Rasional | 1 |
| B. Tujuan dan Sasaran | 4 |
| BAB II | |
| MASALAH, SOLUSI PEMECAHAN MASALAH | |
| DAN KEUTAMAAN PENELITIAN | |
| | 7 |
| A. Masalah | 7 |
| B. Solusi Pemecahan Masalah | 8 |
| C. Keutamaan Penelitian..... | 16 |
| D. Temuan/Inovasi yang Ditargetkan..... | 16 |
| BAB III | |
| <i>PAKIS (Stenochaena Palustris)</i> | |
| | 17 |
| A. <i>Pakis</i> , produksi dan potensi sebagai kandidat pangan fungsional | 17 |
| B. Pemanfaatan dan kandungan gizi <i>pakis</i> | 19 |
| BAB IV | |
| FERMENTASI BAKTERI ASAM LAKTAT DAN MANFAATNYA | |
| | 23 |
| A. Fermentasi..... | 23 |
| B. Produk Fermentasi Sayuran di Asia..... | 26 |
| C. Efek fermentasi terhadap kepadatan gizi | 27 |
| BAB V | |
| PEMANFAATAN <i>PAKIS</i> DI LOKASI PENELITIAN..... | |
| | 35 |
| A. Gambaran umum Lokasi Penelitian | 35 |

| | |
|---|----|
| B. Pemanfaatan <i>pakis</i> (<i>S. Palutris</i>) pada masyarakat di Desa Rasau Jaya Umum | 36 |
|---|----|

BAB VI

KANDUNGAN ZAT FITOKIMA DAN AKTIVITAS BIOLOGIS

| | |
|--|-----------|
| PAKIS SEGAR DAN PAKIS TERFERMENTASI..... | 37 |
| A. Kandungan protein pada <i>pakis</i> non dan terfermentasi..... | 38 |
| B. Kandungan fenol pada <i>pakis</i> (<i>S.Palutris</i>) terfermentasi..... | 39 |
| D. Kandungan flavonoid <i>pakis</i> (<i>S.Palutris</i>) terfermentasi..... | 40 |
| E. Zat bioaktif (aktivitas antioksidan % DPPH) pada <i>pakis</i> terfermentasi..... | 40 |

BAB VII

PENGARUH FERMENTASI TERHADAP ZAT GIZI

| | |
|--|-----------|
| DAN ANTIOKSIDAN PADA PAKIS..... | 43 |
| A. Fermentasi terhadap kandungan protein..... | 43 |
| B. Fermentasi <i>pakis</i> terhadap kandungan fenol..... | 45 |
| C. Fermentasi <i>pakis</i> terhadap kandungan flavonoid | 47 |
| D. Fermentasi <i>pakis</i> terhadap zat bioktif (% DPPH) | 48 |

BAB VIII

| | |
|---------------------------------|-----------|
| SIMPULAN DAN SARAN | 51 |
| A. Simpulan..... | 51 |
| B. Rekomendasi..... | 51 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 53 |
| PROFIL PENULIS..... | 69 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|----------|---|----|
| Tabel 1 | Kandungan Fitokimia Pada Pakis | 20 |
| Tabel 2. | Kepadatan Gizi dari Fermentasi Sayuran dan Flavour | 29 |
| Tabel 3. | Analisis kualitatif kandungan fitokimia pada pakis (<i>S.Palutris</i>) segar | 37 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 1. | Perisapan dan penanganan pakis saat di laboratorium... | 10 |
| Gambar 2. | Persiapan Penanganan saat fermentasi..... | 11 |
| Gambar 3. | Penanganan perlakuan fermentasi..... | 12 |
| Gambar 4. | Pengeringan dengan oven dan proses pembuatan serbuk pakis..... | 13 |
| Gambar 5. | Proses Maeserasi serbuk pakis..... | 14 |
| Gambar 6. | Proses Evaporasi dan hasil ekstrak..... | 14 |
| Gambar 7. | Lokasi dan pengambilan bahan baku untuk determinasi | 18 |
| Gambar 8. | Hamparan Tanaman Pakis baku Penelitian | 18 |
| Gambar 9. | Pengamatan Pertumbuhan daun pakis (Gambir, 2020).. | 36 |
| Gambar 10. | Kandungan Protein (g/100) <i>L. Plantarum</i> Vs Tanpa <i>L. Plantarum</i> | 38 |
| Gambar 11. | Total Fenol (GAE/g) <i>L. Plantarum</i> Vs Tanpa <i>L. Plantarum</i> | 39 |
| Gambar 12. | Total Flavonoid (mg QE/g) Fermentasi dengan <i>L. Plantarum</i> Vs Tanpa <i>L. Plantarum</i> | 40 |
| Gambar 13. | Aktivitas Biologis Antioksidan (% DPPH) Fermentasi dengan <i>L. Plantarum</i> Vs Tanpa <i>L. Plantarum</i> | 40 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan Penelitian..... 63

DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

- Pakis* : Bahasa latin (*Sthenochlaena palustris*), berkembang biak dengan spora, biji, atau tunas yang muncul dari pangkal pohon.
- Fermentasi : Penguraian metabolik senyawa organik oleh mikroorganisme menghasilkan energi, umumnya berlangsung anaerobik dan dengan pembebasan gas.
- Pangan Fungsional : Pangan alamiah dan buatan mengandung satu atau lebih senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan.
- Antioksidan : Sejenis molekul memperlambat atau mencegah terjadinya proses oksidasi.
- Flavonoid : Sejenis fitonutrien (bahan kimia) ditemukan pada buah dan sayuran.
- Protein : Bagian dari zat gizi makro termasuk kelompok biomolekul berukuran besar dibentuk dari satu atau lebih rantai panjang asam amino.
- BAL : Termasuk dalam kelompok bakteri gram-positif tidak membentuk spora dapat memfermentasi karbohidrat yang menghasilkan asam laktat.



BAB I

PENDAHULUAN

A. Rasional

Pakis dengan Bahasa latin *Sthenochlaena palustris* adalah salah satu dari sejumlah tanaman hutan, tumbuh subur dilahan gambut dapat hidup subur tanpa perawatan khusus, dan sering dianggap petani sebagai musuh karena sulit untuk di basmi. *Pakis* tergolong dalam tumbuhan paku (*Pteridophyta*) pada devisi dari *kingdom Plantae*. Tanaman ini terdiri dari akar, batang, dan daun sejati berproduksi secara aseksual serta berspora. Tumbuhan ini juga disebut sebagai tumbuhan berpembuluh dikarenakan adanya pembuluh pengangkut yang dimiliki (Aryulina et al. 2004).

Penyebutan *pakis* diberbagai daerah cukup bervariasi, ada yang memberi nama miding, lemiding, paku, kelakai atau dengan sebutan nama lainnya. *Pakis* telah dikonsumsi masyarakat secara turun temurun, dan diolah menjadi aneka hidangan saat ini bahkan sudah menjadi hidangan di restoran-restoran besar dengan harga yang cukup mahal. Selain digunakan sebagai sayuran, *pakis* juga telah diolah menjadi kripik. Pada masyarakat Suku Dayak Kalimantan Tengah selain *pakis* berfungsi sebagai sayuran, dipercaya memiliki manfaat dan berkhasiat dalam meningkatkan produksi Air Susu Ibu (*lactogogue*), sebagai pencegah terjadinya anemia karena fungsinya dapat meningkatkan kadar haemoglobin (Hb) darah serta diyakini juga dapat memperlambat proses penuaan (*aging*). Tanaman *pakis* (*Stenochlaena palustris*) sering juga disebut dengan nama kelakai, miding tergantung dari daerah masing-masing dan sebagai sumber zat gizi esensial dengan olahan yang cukup beraneka ragam seperti halnya diolah menjadi sayur kelakai, soup sayuran dan kripik kelakai (Zannah et al. 2015). Di Kalimantan Barat sendiri *pakis* digunakan sebagai salah satu bahan dalam pembuatan sayuran, dengan olahan tumis sayuran, soup, sayur asam, bubur peda (hidangan khas khas masyarakat Sambas).

(Chai et al. 2012) dalam penelitiannya telah mengeksplorasi akan zat fitokimia yang terkandung dalam *pakis* (*Stenochlaena palustris*) dan dikatakan sebagai sumber antioksidan fenolik eksogen yang potensial dan sangat menjanjikan bagi kesehatan manusia dan kesejahteraan manusia, efektivitas campuran fenolik spesifik yang dihasilkan ditemukan bervariasi menurut, jenis, bagian dan umur daun yang akan digunakan. Kandungan konstituen fenolik ditemukan dalam kadar yang tinggi, seperti halnya antosianin potensi tinggi sumber makanan fungsional. (Fahruni, Rezqi Handayani 2013) (Fahruni, Handayani, and Novaryatiin 2018) meneliti pada akar *pakis*/kelakai yang menemukan berbagai senyawa kimia, berupa katekol, alkaloid dan saponin. Saponin digolongkan sebagai senyawa kimia antinutrisi jika ditemukan pada kadar yang tinggi pada makanan. Penelitian lain oleh (Suhartono et al. 2012) menemukan pada daun *pakis* atau kelakai (*Stenochlaena palustris*) kandungan flavonoid sebesar 14,5 µg/mL (SD=0.7) sedangkan zat besi (Fe) sebesar 27,64 µg/mL (SD=3,12). (Kusmardiyani, Novita, and Fidrianny 2016) juga meneliti pada daun dan akar *pakis* (*S. palustris*) yang menemukan adanya kandungan senyawa kimia, fenolik, flavonoid dan karotenoid. Senyawa ini dalam tubuh memiliki fungsi antioksidan alami dalam mencegah terjadinya stress oksidatif.

Berbagai penelitian telah membuktikan tanaman *pakis* memberikan manfaat besar bagi kesehatan manusia, namun pengolahan masih terbatas dengan metode sangat terbatas. Bahkan tanaman ini sering dibasmi masyarakat terutama petani karena dianggap sebagai pengganggu atau musuh dalam pertanian. Kelemahan lainnya sama pada sayuran lainnya dengan masa simpan yang pendek, yang sangat terkait dengan tingginya kandungan air serta zat gizi sebagai media pertumbuhan bakteri pembusuk sehingga diperlukan metode pengolahan lainnya agar memiliki umur simpan lebih lama. Salah satu metode dalam menghambat pembusukan adalah melalui pengawetan bahan pangan yang memiliki tujuan memperpanjang umur simpan namun tetap dapat mempertahankan sifat-sifat fisik dan kimia serta tetap mempertahankan kualitas bahan pangan (Aliya et al. 2016).

Pengawetan sayuran dapat dilakukan dengan cara menurunkan kadar air, penyimpanan suhu rendah atau dengan penambahan zat aditif yang berfungsi sebagai zat pengawet (Aliya et al. 2016). Penurunan kadar air dapat dilakukan dengan cara pengeringan, namun tentunya sayuran tidak segar lagi. Selain itu tidak semua masyarakat memiliki lemari pendingin, sehingga penyimpanan pada suhu rendah sulit bahkan tidak bisa dilakukan. Pengawetan dengan penambahan zat kimia umumnya dapat memberikan efek samping bagi manusia, apalagi zat pengawet yang digunakan bukan untuk pengawet bahan pangan (Aliya et al. 2016).

Fermentasi sebagai salah satu metode yang cukup sederhana, pengawetan makanan terutama ditujukan agar dalam kondisi segar. Fermentasi melibatkan mikroba baik dengan menambahkan saat fermentasi atau mikroba didapatkan ketika proses fermentasi berlangsung. Pada proses fermentasi ada keunikan yang dapat kita pelajari dan pahami, adanya kompetisi antar mikroba dan saling berhubungan, kerjasama mikroba tersebut memberikan manfaat yang sangat menguntungkan bagi kesehatan manusia, seperti terjadinya peningkatan fungsional zat-zat gizi yang terkandung pada bahan pangan serta dapat menghilangkan atau mengurangi senyawa-senyawa yang bersifat antinutrisi (Aliya et al. 2016). Adanya antinutrisi pada makanan akan merugikan bagi kesehatan dapat saja menjadi toksik atau menghambat penyerapan zat gizi lainnya.

Secara umum fermentasi dapat kita bedakan menjadi dua yaitu, fermentasi aerob dan anaerob. Fermentasi aerobik adalah fermentasi yang membutuhkan oksigen sedangkan fermentasi anaerob merupakan fermentasi yang tidak membutuhkan oksigen dan kedua metode fermentasi ini akan menghasilkan asam-asam laktat (Aliya et al. 2016) dalam jumlah yang banyak.

Akhir-akhir ini fermentasi sayuran telah menjadi perhatian diberbagai negara khususnya di negara-negara maju seperti halnya di Eropa, semakin tingginya kesadaran masyarakat akan kesehatan karena produk fermentasi telah diyakini memberikan manfaat baik bagi kesehatan manusia. Fermentasi sebagai bagian dari keilmuan bioteknologi yang signifikan yang memberikan daya tarik bagi masyarakat. Fermentasi dapat menjamin keamanan produk sayuran dan dapat memberikan perubahan positif, seperti halnya dalam komposisi vitamin, asam amino, peptide bioaktif atau fitokimia (Torres et al. 2020).

Selama penanganan, penyimpanan dan pengawetan bahan pangan sering ditemukan adanya perubahan nilai gizi yang sebagian besar tidak diinginkan. Zat gizi bahan pangan sering ditemukan rusak pada saat pengolahan sebab sebagian besar proses pengolahan sensitif terhadap perubahan pH, oksigen, dan sinar matahari (Palupi, FR ZAKaria, E prangdimurti 2007).

Dalam proses penelitian ini telah dilakukan eksplorasi bagaimana pengaruh fermentasi *pakis* (*S. palutris* terhadap senyawa kima, fenol, flavonoid, protein serta aktivitas biologis antioksidan berupa % DPPH) dan melakukan uji kualitatif kadar saponin, terpenoid pada ekstrak etanol *pakis* pada *pakis* non fermentasi.

Untuk mendesimaniskan penelitian maka selanjutnya dilakukan pembuatan buku monograf yang isinya berasal dari hasil penelitian yang

dilakukan serta menonjolkan temuan-temuan kebaruaran atau novelty keilmuan yang telah diperoleh.

B. Tujuan dan Sasaran

1. Tujuan

Penulisan buku monograf ini bertujuan dalam menguraikan kandungan zat fitokimia dan zat bioaktif yang ada pada *pakis* segar dan *pakis* fermentasi, khususnya yang ada di Desa Rasau Jaya, Kecamatan Rasau, Kabupaten Kubu Raya. Rincian deskripsi adalah sebagai berikut :

- a. Survey pemanfaatan *pakis* (*S.Palutris*), persepsi oleh masyarakat di Desa Rasau Jaya Umum III, Kecamatan Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat.
- b. Kandungan protein pada *pakis* segar atau yang tidak difermentasi (non fermentasi) dengan yang sudah difermentasi dengan faktor fermentasi yang berbeda.
- c. Melakukan analisis kualitatif zat fitokima (flavonoid, fenol, tannin, saponin, alkoholoid dan treptonoid) pada *pakis* segar.
- d. Melakukan analisis pengaruh faktor fermentasi terhadap kandungan fenol dengan faktor perlakuan fermentasi yang berbeda.
- e. Melakukan analisis pengaruh faktor fermentasi terhadap kandungan flavonoid dengan faktor fermentasi yang berbeda.
- f. Melakukan analisis pengaruh faktor fermentasi yang berbeda terhadap aktivitas biologis (% DPPH).

2. Sasaran

Sasaran dari penulisan buku monograf yang berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Upaya Peningkatan Nilai Gizi dan Aktivitas Antioksidan *Pakis* (*Stenochlaena Palutris*) terfermentasi sebagai kandidat pangan fungsional” ini adalah, sebagai berikut :

- a. Penerima manfaat buku ini antara lain:
 - 1) Masyarakat umum terutama yang terbiasa mengkonsumsi *pakis* didapatkannya informasi atau gambaran kandungan zat gizi, senyawa kimia dan aktivitas antioksidan pada daun *pakis*.
 - 2) Mahasiswa : sebagai sarana belajar atau sumber referensi pada mata kuliah ilmu bahan makanan dan teknologi pangan atau mata kuliah lainnya yang terkait.
 - 3) Dosen Peneliti lain : sebagai sumber inspirasi untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

b. Pengembangan ilmu pengetahuan :

Hasil penelitian yang dipaparkan dalam buku monograf ini diharapkan dapat memberikan kontribusi, menambah khazanah ilmu pengetahuan gizi khususnya dalam kajian teknologi pengolahan bahan pangan serta efek yang diakibatkannya.



BAB II

MASALAH, SOLUSI PEMECAHAN MASALAH DAN KEUTAMAAN PENELITIAN

Permasalahan yang diangkat tulisan ini adalah salah satu solusi dalam pemecahan masalah yang ditawarkan yang dilakukan melalui suatu kegiatan penelitian. Uraian selengkapnya terkait dengan kedua hal tersebut adalah sebagai berikut:

A. Masalah

1. Bagaimanakah pemanfaatan *pakis* (*S.Palutris*) oleh masyarakat di lokasi penelitian.
2. Berapakah kandungan protein pada *pakis* segar atau yang tidak difermentasi.
3. Apa sajakah zat fitokimia yang terkandung pada *pakis* (*S.Palutris*).
4. Apakah ada pengaruh faktor fermentasi yang berbeda terhadap kandungan protein *pakis* fermentasi.
5. Apakah ada pengaruh faktor fermentasi yang berbeda terhadap kandungan fenol *pakis* fermentasi .
6. Apakah ada pengaruh faktor fermentasi yang berbeda terhadap kandungan flavonoid *pakis*.
7. Apakah ada pengaruh faktor fermentasi yang berbeda terhadap aktivitas biologis (%DPPH) pada *pakis*.

B. Solusi Pemecahan Masalah

Solusi dalam memecahkan permasalahan di atas adalah dengan melakukan kegiatan penelitian. Metode penelitian yang dilaksanakan untuk menjawab permasalahan di atas adalah sebagai berikut :

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 8 bulan dari bulan Desember 2020 hingga Juli 2021. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Tanjung Pura. Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan baku atau *pakis* yang digunakan dalam penelitian dibeli dan dipanen langsung masyarakat dari hamparan tanaman di sekitar pemukiman masyarakat di Desa Rasa Jaya Umum III, Kecamatan Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat. Bagian tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah bagian batang dan daun dengan tingkat kematangannya sesuai dengan kebiasaan masyarakat yang didapatkan saat survey. Penetapan bagian yang dikonsumsi diawali dari studi pendahuluan untuk mendapatkan informasi termasuk juga tingkat kematangan tanaman yang umumnya di konsumsi masyarakat.

Berdasarkan hasil wawancara pada penelitian pendahuluan informasi yang diperoleh, bagian yang umumnya dikonsumsi masyarakat adalah bagian batang dan daun, ciri bagian *pakis* mudah dipatahkan menggunakan tangan, berwarna hijau muda atau hijau kemerahan atau memiliki umur 12 - 14 hari. Penentuan umur dilakukan melalui pengamatan penulis dari tumbuhnya putik hingga *pakis* siap dipanen atau siap diolah untuk dikonsumsi. Bahan baku *pakis* dibeli pada masyarakat sebanyak 40 kg. Selama proses pengangkutan dilakukan upaya untuk menjaga dan mempertahankan kesegaran *pakis* dengan memasukkannya dalam ember besar dan diberi sedikit air, diangkut menggunakan mobil. Lama perjalanan adalah 45 menit dan selama diperjalanan *pakis* sedikit disiram dengan tujuan menghindari terjadinya pelayuan pada *pakis*. Selanjutnya *pakis* langsung dibawa ke Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Tanjung Pura, Pontianak, Kalimantan Barat untuk diberikan perlakuan.

3. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan kimia dan bahan lainnya untuk kebutuhan penelitian diperoleh dari laboratorium setempat, antara lain adalah, spritus 1 botol, NaCl 1/2 kg, ethanol 96% dan aquade 25 liter. Folin-Ciocalteu, Na₂CO₃ 7,5%, asam galat, AlCl 32% dan kalium asetat, DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*).

Alat yang digunakan pada proses fermentasi antara lain terdiri dari, timbangan kapasitas 50 kg, timbangan analitik, baskom sebanyak 5 buah berdiameter 60 cm, 6 buah, pisau stainless, 5 buah talenan plastik, 2 buah kompor gas 2 perapian, 39 buah toples plastik volume 1 liter, 13 toples plastik volume ½ liter, 1 pack glove, 1 pack masker, 1 pack plastik besar ukuran 40 x 60 cm, 2 pack tissue, 5 gulung aluminium foil. Sebanyak 3 buah oven, cabinet drying, 2 buah blender merk Philpis, 2 buah botol semprot, 1 pack cling wrap, 1 pack label, 1 pack marker, 1 kg kapas, gelas arloji dan spatula.

Alat untuk maserasi dan ekstraksi terdiri dari botol ASI volume 1 liter dan ½ liter masing-masing 36 buah, 3 buah shaker, 2 buah sentrifuge, botol kecil ukuran 20 ml sebanyak 13 buah, 1 buah waterbath, 1 set rotary evaporator, 10 buah cawan melamin 10 buah dan waterbath (Soxhlet Memmert).

Alat yang digunakan untuk analisis parameter penelitian terdiri dari timbangan analitik, tabung reaksi, water bath, vortex, gelas ukur, tabung reaksi, pipet tetes, Erlenmeyer, pipet tetes dan spektrofotometer UV - Vis.

4. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan tiga faktor, yaitu bakteri asam laktat (BAL) strain *L. plantarum*, NaCl dan lama fermentasi. Kode (0) tanpa penggunaan *L. plantarum*, (L) dengan penggunaan *L. plantarum*, kode (N) melambangkan konsentrasi NaCl dan (W) untuk waktu fermentasi. Penambahan NaCl terdiri dari tiga tingkatan yaitu 2%, 4% dan 6%, sedangkan lama fermentasi yang digunakan selama 3 dan 6 hari.

5. Survey bahan baku

Seperti yang disinggung di atas, sebelum penyediaan bahan baku *pakis* diawali dengan kegiatan studi pendahuluan, dengan cara mewancarai 30 ibu rumah tangga, untuk mendapatkan informasi terkait, kemudahan mendapat, bagian yang biasa dikonsumsi serta pengolahan dipraktekkan masyarakat secara umum. Hasil wawancara selanjutnya digunakan sebagai dasar penentuan kriteria *pakis* yang digunakan, meliputi kriteria, bagian, tingkat kematangan tanaman yang umumnya dikonsumsi. Pada wawancara juga dengan menanyakan jumlah dan frekwensi penggunaan *pakis* oleh keluarga dalam satu minggu.

6. Kriteria dan Penyediaan bahan baku (sampel)

Bagian dan tingkat kematangan bahan baku ditetapkan berdasarkan hasil studi pendahuluan, dengan kriteria :

- a. Tanaman *pakis* dekat pemukiman / lokasi penelitian serta dengan mudah didapatkan masyarakat.

- b. Bagian tanaman yang digunakan dengan ciri, dengan tangan batang mudah dipatahkan, daun yang masih muda berwarna hijau muda dan hijau kemerahan, diambil dari pelepah urutan 1-2 dari pucuk, berumur 12-14 hari (hasil pengamatan pada studi pendahuluan).

Bahan baku tanaman didapatkan langsung dari petani di Desa Rasau Jaya Umum III, Kecamatan Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat. Pemanenan dilakukan pada pagi hari dan dipilih dan dipetik sesuai kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. *Pakis* yang sudah dipanen selanjutnya dicuci dengan air mengalir serta mensortir bagian yang rusak dan yang tidak layak digunakan. Bahan baku selanjutnya ditimbang dan dimasukkan pada wadah ember besar dan sedikit diberi air guna menjaga kesegaran pada saat pengangkutan. Waktu yang dibutuhkan dari lokasi ke laboratorium lebih kurang 1 jam. Pada hari yang sama bahan baku dibawa langsung ke Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Tanjung Pura guna diberi perlakuan.



Gambar 1. Perisapan dan penanganan pakis saat di laboratorium

7. Jalannya Penelitian

Penanganan persiapan fermentasi dilakukan secara aseptik dengan menggunakan handscoon, dengan penanganan sebagai berikut : ketika bahan baku sampai di laboratorium *pakis* kembali disortir dan dicuci dengan air bersih yang mengalir guna membuang kotoran yang menempel yang terikut saat pemanenan dan pengangkutan, selanjutnya dimasukan ke dalam ember besar dan dihomogenkan dengan cara mengaduk-aduk menggunakan tangan selama 3 menit. Bahan baku yang sudah dihomogenkan selanjutnya dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu 1 bagian untuk perlakuan fermentasi dengan penambahan stater *L. Plantarum* dan 1 bagian untuk keperluan fermentasi yang tidak menambahkan stater *L. Plantarum*. Berat masing-masing bagian adalah 5,4 kg sehingga total bahan baku yang digunakan sebanyak 10,8 kg.

Penanganan perlakuan masing-masing bagian adalah dengan membagi bahan yang 5,4 kg menjadi 3 bagian dengan masing-masing berat 1,8 kg, dan masing-masing bagian ditambahkan NaCl dengan konsentrasi 2% (36 gram), 4% (72 gram) dan 6% (108 gram) kemudian dihomogenkan kembali dengan cara mengaduk-aduk dengan tangan di dalam ember selama 3 menit dan sedikit diremas. Bahan baku yang sudah dihomogenkan masing-masing dibagi menjadi 300 gram dan dimasukkan ke dalam wadah toples plastik volume 1 liter, diberi kode dan ditutup rapat serta di simpan pada suhu ruang dan dipanen pada fermentasi jam ke 72 dan ke 144.



Gambar 2. Persiapan Penanganan saat fermentasi

8. Penanganan perlakuan fermentasi dengan Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri Asam Laktat (BAL) yang digunakan pada fermentasi adalah *L. Plantarum* merupakan koleksi di Laboratorium Pertanian Universitas Tanjung Pura, dengan persiapan sebagai berikut, diawali dengan pembuatan media *MRSB (de Man Rogosa Sharpe Broth)*. Selanjutnya dilakukan isolat bakteri *L. Plantarum* dan dimasukkan pada media *MRSB* dan di *shake* selama 48 jam. Penghitungan jumlah sel *L. Plantarum* dengan metode *hemositometer*, perhitungan sel langsung dengan perbesaran 400 kali. Dari hasil pengamatan di mikroskop didapatkan data sebagai berikut :

Kotak 1 = 207 sel, kotak 2 = 166 sel, kotak 3 = 263 sel, kotak 4 = 253 sel dan, kotak 5 = 178 sel

$$\text{Rata-rata sel} = \frac{207 + 166 + 263 + 253 + 178}{5} = 213,4 \text{ sel}$$

$$\text{Jumlah sel} = 213,4 \times 1/8 \times 10^{-7} \times 10 = 2,67 \times 10^9 \text{ l/mL}$$

Jumlah bakteri yang digunakan = $2,67 \times 10^9 \text{ sel/mL} \times 5\% = 1 \times 10^7 \text{ sel/mL}$ artinya setiap 1 ml mengandung 10.000.000 sel *L. plantarum*.

Proses fermentasi yang dilakukan adalah sebagai berikut, sebanyak 5,4 kg *pakis* dikukus pada suhu 70°C selama 15 menit, kemudian dibagi menjadi 3 bagian dengan masing-masing berat 1,8 kg, masing-masing bagian ditambahkan NaCl dengan konsentrasi 2% (36 gram), 4% (72 gram) dan 6%

(108 gram) kemudian dihomogenkan dengan cara mengaduk-aduk dengan tangan selama 3 menit dan sedikit diremas. Dari 5,4 kg selanjutnya dibagi menjadi 3 bagian masing-masing berat 1,8 kg. Selanjutnya menimbang sebanyak 300 gram dan dimasukkan ke dalam wadah toples plastik volume 1 liter dan diberi kode., ditutup rapat dan di simpan pada suhu ruang. Panen fermentasi dilakukan pada jam ke 72 dan jam ke 144.



Gambar 3. Penanganan perlakuan fermentasi

9. Pengamatan Fermentasi

Panen hasil fermentasi dilakukan pada jam ke 72 dan jam ke 144, dengan prosedur sebagai berikut : pengamatan fermentasi selama 72 jam, hasil fermentasi dipanen setelah fermentasi berlangsung selama (3 x 24 dan 6 x 24 jam), memisahkan cairan dan padatan fermentasi dengan cara sedikit ditekan dengan tangan pada bagian dinding toples dengan menggunakan handscoon. Cairan dipisahkan dan dimasukan ke dalam botol kaca bening dengan volume 150 ml.

Padatan atau *pakis* non/fermentasi yang sudah dipanen ditempatkan dan disusun pada loyang yang sebelumnya telah dilapisi dengan alumunium foil dan sudah diberi kode dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 3 x 24 jam. Setelah 3 x 24 jam pengeringan juga ditandai mudah dihancurkan, untuk memastikan bahwa kadar air <12% dengan berat bahan konstan. Bahan baku yang sudah kering selanjutnya ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik dan beratnya dicatat. Bahan baku yang sudah kering selanjutnya dihaluskan dengan blender kering (merk Philips) dihitung selama 3 menit. Serbuk fermentasi bahan baku yang diblender selanjutnya diayak menggunakan saringan dengan ukuran 120 mesh serta memisahkan serbuk lolos dan tidak lolos ke dalam plastik putih kecil, menimbang kembali dan memberi label berisi kode dan berat serbuk guna penanganan lebih lanjut.



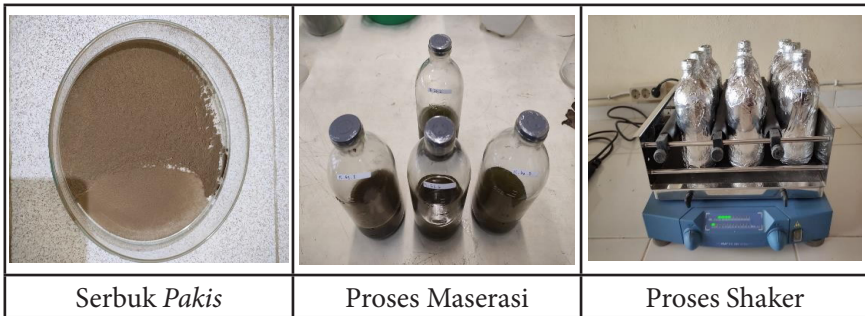
Gambar 4. Pengeringan dengan oven dan proses pembuatan serbuk pakis

10. Penanganan untuk mendapatkan ekstrak

Proses selanjutnya adalah untuk mendapatkan ekstrak kasar agar dapat dianalisis lebih lanjut. Untuk mendapatkan ekstrak dilakukan melalui 2 tahap yaitu maserasi dan evaporasi. Proses maserasi dilakukan dengan langkah-langkah berikut, serbuk halus masing-masing ditimbang sebanyak 4 gram setiap ulangan (3 x 4 gram) dan dimasukkan ke dalam botol ASI berwarna bening yang telah diberi kode dengan volume 500 ml. Selanjutnya menambahkan etanol teknis 96% sebanyak 200 ml pada botol ASI, tutup botol dilapisi plastik chiller serta ditutup rapat untuk menghindari etanol agar tidak menguap. Seluruh bagian permukaan botol dibungkus dengan aluminium foil untuk mencegah terjadinya kerusakan kandungan zat metabolit sampel oleh paparan cahaya matahari dan diberi kode. Kemudian sampel di-shake dengan alat orbital *shaker* merk DLAB selama 1x24 jam dengan kecepatan 200 rpm. Hasil *shaker dicentrifuge* kembali selama 3 menit dengan kecepatan 3000 rpm.

Cairan hasil *centrifuge* dimasukkan ke dalam botol ASI, tutup botol dilapisi plastik *chiller* dan ditutup rapat serta dibungkus dengan aluminium foil dan diberi kode (V1). Hasil endapan dipindahkan ke dalam gelas ukur volume 500 ml dan menambahkan etanol teknis 96% sebanyak 150 ml dan dipindahkan kembali ke dalam botol ASI dan kembali di-shake dengan kecepatan 200 rpm selama 1x24 jam. Hasil shake ke-2 selanjutnya di *centrifuge* kembali selama 3 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Cairan hasil *centrifuge* ke-2 dimasukkan ke dalam botol ASI baru kemudian ditutup dan dilapisi dengan plastik *chiller*, Botol ASI selanjutnya dibungkus dengan aluminium foil dan diberi kode (V1,V2). Hasil endapan ke-2 dipindahkan ke dalam gelas ukur 500 ml dan menambahkan 150 ml etanol teknis 96% dan pindahkan

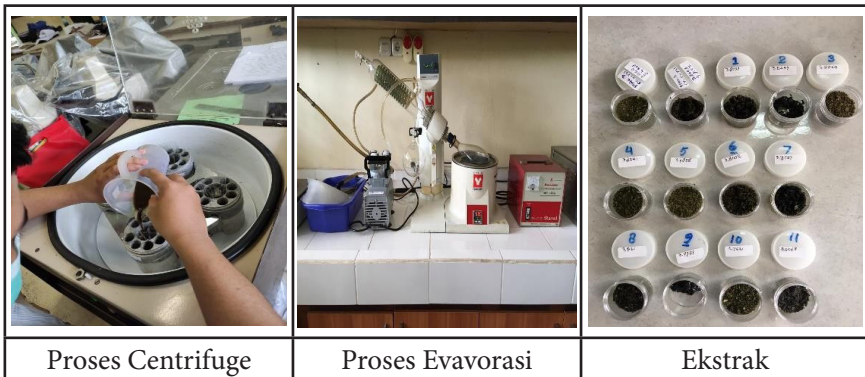
kembali ke dalam botol untuk di shake kembali dengan kecepatan 200 rpm selama 1x24 jam. Hasil shake ke-3 kembali di *centrifuge* selama 3 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Cairan hasil *centrifuge* dimasukkan ke dalam botol ASI baru ditiup rapat dengan plastik *chiller* dan membungkus botol dengan aluminium *foil* dan diberi kode (V1, V2, V3). Hasil endapan akhir dari 3 kali *centrifuge* dimasukkan ke dalam plastik putih bening untuk persiapan proses evaporasi selanjutnya



Gambar 5. Proses Maeserasi serbuk pakis

11. Prosedur Evaporasi

Untuk memekatkan ekstrak selanjutnya dilakukan evaporasi dengan memasukkan sampel ke dalam labu ekstraksi yang terpasang pada rotary evaporator (Yamato) pada 60°C, dan diturunkan sampai mengenai air di water bath (memmert) pada 40 rpm, vakum (Gast) dihidupkan dengan lama evaporasi 1-2 jam, hasil evaporasi diuapkan selama ±24jam pada cawan penguap di waterbath (memmert) untuk menguapkan sisa pelarut yang masih ada pada sampel evaporasi.



Gambar 6. Proses Evaporasi dan hasil ekstrak

12. Prosedur analisa zat bioaktif dan aktivitas biologi antioksidan

Prosedur Analisis Kadar Fenol

Penentuan kandungan total Fenol mengacu pada (Dewi, Lestari and Fadly, 2020) dianalisa dengan metode Folin-Ciocalteu. Sebanyak 200 μ L sampel dicampurkan dengan 1 mL reagen Folin 10% (v/v), selanjutnya ditambahkan 3 mL natrium karbonat 2% (w/v). Larutan dihomogenkan dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Larutan diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 765 nm. Kurva kalibrasi menggunakan asam galat sebagai larutan standar. Kandungan total fenol dihitung sebagai persentase dari ekuivalen asam galat per 1 gram ekstrak (mg GAE/g).

Prosedur Analisa Kadar Flavonoid

Penentuan kadar flavonoid mengacu pada (Dewi, Lestari and Fadly, 2020), mencampurkan 500 μ L sampel dengan 0,1 mL aluminium klorida 10% (w/v), 1,5 mL metanol, 2,8 mL akuades dan 0,1 mL kalium asetat 1 M. Larutan selanjutnya dihomogenkan dan diinkubasi pada ruang gelap, disuhu ruang selama 30 menit. Larutan diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 415 Nm. Kandungan total flavonoid dihitung sebagai persentase dari ekuivalen kuersetin per 1 gram ekstrak (mg QE/g).

Pengujian Antioksidan (Uji DPPH)

Pengujian % DPPH mengacu pada (Sami and Rahimah, 2016), sebanyak 0,5 mL sampel ditambahkan dengan 1 mL DPPH 0,4 mM dan menambahkan akuades hingga volume total larutan mencapai 5 mL. Larutan selanjutnya diinkubasi pada ruang gelap selama 30 menit, diukur dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 515 Nm. Persentase (%) pengikat radikal dihitung dengan rumus :

$$\text{Inhibisi radikal (\%)} : [(Ab-Ae)/Ab] \times 100$$

Keterangan :

Ab : Absorbansi kontrol (blanko)

Ae : Absorbansi ekstrak

13. Pengolahan dan Analisa Data

Hasil penelitian dianalisa menggunakan analisis ragam ANOVA sedangkan metode menggunakan program "microsoft excell". Analisa lanjut akan dilakukan menggunakan uji jarak DUNCAN jika didapatkan perbedaan yang signifikan. Data selanjutnya disajikan dalam bentuk tekstular, tabel dan grafik.

14. Etika Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dengan penerapan etika penelitian:

- a. Meminta persetujuan responden untuk terliat dalam penelitian dengan menandatangani formulir *informed consent*.
- b. Memberikan penjelasan kepada responden secara rinci tentang maksud dan tujuan dari penelitian agar peneliti bersedia memberikan jawaban yang sebenarnya.
- c. Kerahasiaan data memberikan penjelasan kepada responden tentang kerahasiaan hasil penelitian.

C. Keutamaan Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian yang integralistik dimulai dari determinasi *pakis*, pengamatan terhadap bagian *pakis* yang digunakan, selanjutnya dilakukan fermentasi dengan beberapa perlakuan dan dilakukan ekstraksi dengan menggunakan alkohol. Ekstrak *pakis* yang difermentasi selanjutnya diujikan akan kandungan protein, fenol, flavonoid dan aktivitas biologis berupa % DPPH. Penelitian tentang *pakis* masih jarang dilakukan dan belum ada penelitian yang melakukan fermentasi *pakis* (*S.Palutris*). *Pakis* (*S.Palutris*) disebutkan mengandung antioksidan yang baik dapat menjadi salah satu alternatif mencegah *Reactive Oxygen Species* (ROS) pada penderita malnutrisi. Fokus bagian tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah berupa bagian tanaman yang biasa dikonsumsi masyarakat setempat yaitu bagian daun dan batang yang muda.

Informasi secara etnobotani menunjukkan bahwa tanaman ini tumbuh liar dan sangat mudah ditemukan di sekitar tempat tinggal penduduk sehingga berpotensi digunakan oleh masyarakat dalam menunjang perbaikan gizi masyarakat.

D. Temuan/Inovasi yang Ditargetkan

Temuan yang ditargetkan berupa kandungan protein, fenol, flavonoid dan aktivitas biologi metode % DPPH.

BAB III

PAKIS (*Stenochaena Palustris*)

A. *Pakis*, produksi dan potensi sebagai kandidat pangan fungsional

Pakis dengan bahasan latin *Stenochaena Palustris* (*S.Palustris*) juga dikenal masyarakat dengan sebutan lemiding, tanaman paku atau kelakai. Penggunaan nama tergantung dari daerah masing-masing daerah. *Pakis* yang digunakan dalam penelitian dengan mendeterminasi di F-MIPA-Prodi Biologi Universitas Tanjung Pura ditetapkan dengan klasifikasi, sebagai berikut :

Kelakai memiliki klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*.

Devisi : *Tracheophyta*.

Kelas : *Polypodiopsida*.

Ordo : *Polypodiales*.

Famili : *Blechnaceae*.

Genus : *Stenochlaena*.

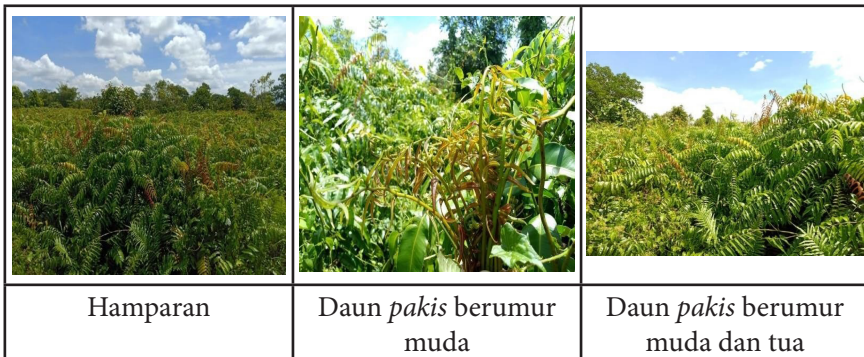
Species : *Stenochlaena palustris* (Burm. fii.) Bedd.

Sumber : (Gambir, 2020)



Gambar 7. Lokasi dan pengambilan bahan baku untuk determinasi

Survey lapangan penulis di Desa Rasau Jaya Umum III, Kecamatan Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya, menemukan cukup luas tanaman *Pakis* di sekitar tempat tinggal warga.



Gambar 8. Hamparan Tanaman Pakis baku Penelitian
(Dok. Gambir, 2020)

Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kubu Raya mengategorikan ada sebanyak 15 jenis tanaman yang tergolong biofarmaka, yaitu, dliingo/dringo, jahe, kapulaga, keji beling, kencur, kunyit, laos/lengkuas, lempuyang, lidah buaya, mahkota dewa, mengkudu, sambiloto, temu ireng, temu kunci dan temulawak (BPS 2020). Padahal daerah ini memiliki potensi kuat untuk memanfaatkan tanaman *S.palustris* sebagai tanaman biofarmaka dengan kandungan zat bioaktif yang terkandung di dalamnya. Pada enam tahun terakhir *trend* produksi tanaman *S.palustris* mengalami peningkatan, tahun 2017 ditargetkan sebanyak 49.436.171 pohon, dengan produksi 35.689.257 (72,19%), meningkat 5,27% dibandingkan produksi tahun 2016 sebanyak

33.902.116 pohon (Kementrian Pertanian 2018) . Namun pada kenyataannya tanaman ini tidak ditanam masyarakat tadi tumbuh liar tanpa ada perawatan justru dibasmi oleh masyarakat.

Tumbuhan sebagai sumber vitamin, mineral dan serat, diperkirakan ada sebanyak 40.000 spesies tanaman di dunia dan 30.000 spesies diantaranya di Indonesia. Tentu hal ini adalah merupakan kekayaan nusantara. Berbagai jenis tanaman telah dimanfaatkan masyarakat untuk kelangsungan hidupnya baik sebagai sayuran maupun digunakan sebagai obat tradisional (Wiwaha et al. 2012). Bagian batang sedikit beruas, berakar serabut dan tumbuh merambat. Daun tua berwarna hijau sedangkan daun muda berwarna hijau kemerahan-merahan dengan tekstur lembut dan tipis (Jaelani et al. 2018). Kabupaten Kubu Raya adalah salah satu kabupaten di Provinsi Kalimantan Barat dengan kawasan gambut yang cukup luas, wilayah ini dengan ketinggian rata-rata ± 84 meter di atas permukaan laut. Luas daratan 6.985,24 km² dan 831.680 ha kawasan hutan (BPS 2020) dan ditumbuhi beraneka ragam tanaman termasuk tanaman di dalamnya tanaman *pakis*.

B. Pemanfaatan dan kandungan gizi *pakis*

Pakis salah satu tanaman yang banyak di temukan di Indonesia terutama Kalimantan, subur tumbuh pada lahan gambut dan turun-temurun telah dikonsumsi masyarakat sebagai sayuran dan beberapa daerah *pakis* digunakan sebagai obat tradisional. Masyarakat Suku Dayak Kalimantan Tengah, telah menggunakan *pakis* sebagai obat tradisional dalam mencegah anemia, meningkatkan produksi ASI serta dipercaya masyarakat mempercayainya dapat memperlambat penuaan (*aging*) (Zannah et al. 2015). Sayuran berdaun hijau tua, kaya akan vitamin dan mineral, setidaknya memberikan kontribusi separuh dari *Dietary Recommended Intakes* (DRIs), di samping itu sayuran juga kaya akan fenol, flavonoid, fitoestrogen, senyawa sulfur, monoterpen dan peptida bioaktif, kadar yang terkandung berbeda-beda menurut, jenis, varietas, dan tingkat kematangan (Pennington and Fisher 2010).

Komposisi botani tanaman *pakis* terdiri dari, 48% bagian adalah daun, 44% batang dan 8% merupakan akar. Kandungan zat gizi atau proksimat pada *pakis* antara lain adalah, serat 7,36%, protein kasar 21,97%, lemak kasar 2,15% (Jaelani et al. 2018) , vitamin C sebesar 15,41 mg/100 gr, asam folik 11,3 ppm dan Fe sebesar 41,53 ppm (Irawan et al. 2006) . *Pakis* dikenal tinggi fenol dan antioksidan salah satu zat fitokimia yang bermanfaat bagi kesehatan manusia dan memiliki potensi pangan fungsional yang sangat menjanjikan. Daun *pakis* dengan umur muda memiliki potensi sebagai sumber antioksidan eksogen yang baik (Chai et al. 2012). Penelitian lainnya ekstrak daun *pakis* muda mengandung campuran zat alifatik, asam lemak, dan pitosterol sedangkan daun yang berumur lebih tua tinggi akan glikosida kaemferol (AD) (Chear et al. 2016).

Tabel 1. berikut adalah beberapa penelitian tentang kandungan zat bio-
katif pada tanaman *pakis*.

Tabel 1 Kandungan Fitokimia Pada Pakis

| No | Refrensi | Fitokima | Keberadaan |
|----|-------------------------------|-----------------------|------------------|
| 1. | Noor Cahya, dkk (2016) | Flavonoid | (+) |
| | | Tannin | (+) |
| | | Fenolik | (+) |
| | | Saponin | (+) |
| | | Antrakuinon | (+) |
| 2. | Kristiani, RD dkk, 2013 | Polifenol | (+) |
| | | Kuinon | (+) |
| 3. | Eko Suhartono dkk, 2012 | Flavonoid | 14,5±0,7(g/ML QE |
| 4. | Tsun-Thai Chai, et al, (2012) | Daun steril muda | (GAE/g extract |
| | | Polyphenols | 42,58 ± 1,01 mg |
| | | flavonoids | 46,59 ± 0,07 mg |
| | | Matang steril muda | |
| | | Polyphenols | 51,69 ± 1,28 mg |
| | | flavonoids | 58,05 ± 0,30 mg |
| | | Hydroxycinnamic acids | 48,80 ± 0,18 mg |
| 5. | Chear et al. 2016 | Daun muda | (GAE/g extract) |
| | | Total phenol | 94,15 ± 4,64 mg |
| | | Total flavonoid | 205,66 ± 0,07 mg |

Kandungan fenol pada *pakis* berkorelasi terhadap kemampuan aktifitas antioksidan (Manach et al. 2005) senyawa ini memiliki fungsi sebagai penangkal radikal bebas dan sumber antioksidan eksogen (Tiwari and Cummins 2013). Beberapa riset sebelumnya telah memberikan ekstrak *pakis* pada hewan coba, pemberian ekstrak akar *pakis* pada tikus efektif menurunkan asam urat memiliki fungsi sebagai antihiperurisemia (Kristiani, Rahayu, and Subarnas 2013), pemberian ekstrak *pakis* mampu memperbaiki bentuk eritrosit serta meningkatkan kadar haemoglobin (Hb) pada tikus yang anemia (Cahaya N, R, and Nurlely 2016).

Pemberian ekstrak *pakis* pada tikus dapat menurunkan *Circulating Endothelial Celes (CEC)*, hampir sama efektifasnya dengan pemberian acetosal (Suhartono, Bakhriansyah, and Handayani 2010). Dari hasil penelitian

di atas serta kebiasaan masyarakat dalam memanfaatkan *pakis* dapat dijadikan menjadi dasar dalam melakukan penelitian empiris. *Pakis* memiliki berbagai keunggulan terkait kandungan zat biokatif yang dimiliki, namun memiliki masa simpan yang pendek sehingga perlu dilakukan metode pengolahan lainnya yang dapat saja dijadikan menjadi suplemen. Pengolahan lebih lanjut seperti halnya melalui fermentasi dalam penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan sifat fungsionalnya dalam segala kondisi.



BAB IV

FERMENTASI BAKTERI ASAM LAKTAT DAN MANFAATNYA

A. Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin (*fervere* berarti mendidih), keluarnya gelembung dari bahan saat mikroba bereaksi dan terjadinya perubahan kimiawi dari substrat organik oleh aktivitas metabolisme mikroba anaerob atau aerob yang menghasilkan produk biomassa, enzim dan metabolit-metabolit sekunder (Hadiyanto and Azim 2016). Fermentasi BAL termasuk dalam *Generally Recognized As Safe* (GRAS) atau *food grade microorganism* yang tidak menghasilkan toksin, aman dan bermanfaat bagi kesehatan (Pratiwi, Suardana, and Suarsana 2017). BAL termasuk dikategorikan sebagai bakteri gram positif dengan ciri, tidak berspora, bentuk (bulat atau batang) dan katalase negatif, dapat mengubah karbohidrat menjadi asam laktat sehingga sering digunakan pada fermentasi makanan (Pratiwi, Suardana, and Suarsana 2017).

BAL memiliki peranan sangat penting selama proses fermentasi, aktivitas serta enzim yang diproduksi akan menghasilkan senyawa-senyawa metabolit sekunder. Perubahan kondisi lingkungan selama proses fermentasi juha akan mempengaruhi jumlah asam laktat. (Putri, Haryadi, and Marseno 2012). Jumlah sel BAL yang banyak akan meningkatkan kualitas bahan pangan yang difermentasi. Secara umum fermentasi asam laktat pada kondisi anaerob menghasilkan produk akhir berupa asam laktat dengan reaksi sebagai berikut : $C_6H_{12}O_6 \Rightarrow 2C_2H_5O_2COOH + \text{Energi}$, melalui proses,

1. Glukosa \rightarrow asam piruvat (proses glikolisis).
2. Dehidrogenasi asam piruvat yang membentuk asam laktat .
 $2C_2H_3O_2COOH + 2NADH_2 \rightarrow 2C_2H_5O_2COOH + 2NAD$

Fermentasi dapat dilakukan dengan atau tanpa menggunakan mikroba. Fermentasi di tingkat rumah tangga umumnya dilakukan secara spontan sedangkan untuk skala industri dan beberapa kebutuhan riset dilakukan secara terkontrol termasuk penggunaan BAL spesifik tunggal atau kombinasi serta mengontrol faktor-faktor lainnya. Kedua metode memiliki kelebihan dan kekurangan, fermentasi spontan akan menghasilkan mikroba yang melimpah baik jenis maupun jumlahnya, cenderung mengubah kualitas sensorik produk, serta sedikit kurang higienis dibandingkan dengan cara terkontrol (E. J. Park et al. 2012) produk fermentasi spontan juga cenderung memiliki umur simpan yang lebih pendek (Jeong et al. 2013). Hal ini dapat dipahami bahwa pada fermentasi spontan akan ditemukan jenis dan jumlah mikroba yang cukup banyak.

Fermentasi spontan dengan pemanfaatan flora oleh BAL yang didapat secara alami (Tamang et al. 2016). Telah dilaporkan bahwa jenis bahan baku, lokasi, kondisi produksi memengaruhi hasil produk termasuk keanekaragaman mikroba yang terkandung (Nguyen et al. 2013) serta volatile yang dihasilkan (Weldemichael et al. 2019) Akan tetapi fermentasi spontan lebih praktis dipraktikkan oleh masyarakat awam walaupun memiliki kelemahan akan tetapi manfaatnya jauh lebih baik dibandingkan bahan baku sebelumnya.

Penambahan NaCl sesuai saat fermentasi memberikan kesempatan baik pada pertumbuhan BAL, bertujuan juga untuk terjadinya osmosis sel, menarik air dan zat gizi berupa glukosa sebagai sumber nutrisi pertumbuhan BAL dengan mengubahnya menjadi asam laktat (Rustan 2013), menghambat pertumbuhan mikroba patogen serta kapang dan khamir (Hayati, Fadhil, and Agustina 2017). Penggunaan NaCl 2,5% hingga 10% pada waktu fermentasi singkat merupakan konsentrasi yang baik (Azka, Santriadi, and Kholis 2018), konsentrasi terlalu tinggi dapat menurunkan kandungan asam laktat (Hayati, Fadhil, and Agustina 2017).

Ada tiga hal penting yang mendasar agar fermentasi berlangsung optimal yaitu, mikroba, substrat dan kondisi lingkungan kondusif mendukung pertumbuhan BAL. Adanya substrat sebagai sumber energi bagi mikroba memungkinkan berlangsungnya fermentasi baik secara aerob maupun anaerob fakultatif (Septembre-Malaterre, Remize, and Poucheret 2018).

Aktivitas enzim pada fermentasi dapat menurunkan kadar zat anti nutrisi, seperti asam fitat dan tannin, bersamaan dengan peningkatan ketersediaan hayati seperti mineral zat besi dan protein (Admassie 2019). Fermentasi menyebabkan peningkatan pelepasan flavonoid yang berasal dari bahan pangan nabati yang memberi dampak pada peningkatan aktivitas antioksidan (Hur et al. 2014a) (Wijayanti et al. 2017). Fermentasi BAL

mampu menurunkan mikotoksin secara permanen dan menghasilkan protein antimikroba, sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk (Admassie 2019). *Lactobacillus plantarum* dikenal memiliki toleransi terhadap asam tinggi sehingga memungkinkan terjadinya proses fermentasi yang optimal (Sharma and Mishra 2014) serta memiliki toleransi yang tinggi terhadap garam lambung dan empedu (Jang et al. 2018).

Fermentasi dapat meningkatkan mutu komponen yang ada pada pangan dengan diproduksinya berbagai metabolit-metabolit sekunder, seperti protein, asam-asam amino, folat, serta asam-asam organik lainnya (Wu et al. 2015), fermentasi juga telah mampu menghilangkan senyawa anti gizi yang ada pada bahan pangan, dan manfaatnya jauh lebih tinggi dibandingkan bahan baku (Marco et al. 2017). Peneliti-peneliti sebelumnya menyebutkan bahwa fermentasi asam laktat pada sayuran sebagai salah satu pendekatan paling efektif dalam meningkatkan konsumsi sayuran harian. Teknik fermentasi dapat menghasilkan, rasa, aroma yang khas sehingga lebih digemari oleh masyarakat (Raffaella Di Cagno, Filannino, and Gobbetti 2015).

Pada produk fermentasi Suan-cai ditemukan peningkatan signifikan kandungan free asam amino (FFA) dengan peningkatan tertinggi pada *glutamin acid, threonine, lysine, alanine*. Kadar asam amino *histidine* ditemukan sedikit penurunan pada fermentasi 30-40 hari (Wu et al. 2015). Fermentasi rebung (*Deandrocalamus asper*) yang dilakukan dapat meningkatkan protein dengan signifikan (Iwansyah, Patiya, and Hervelly 2019). Kehadiran *L. Plantarum L. sakei* pada produk fermentasi Nukazuke (berasal Jepang) dapat menghasilkan vitamin B12 dan asam folat yang tinggi (Masuda et al. 2012). Produk ini bias menjadi salah satu alternatif dalam pencegahan anemia.

Metode fermentasi juga menghasilkan dan meningkatkan komponen volatile dan rasa pada Suan-cai dari 17 komponen menjadi 57 komponen. Ester dan aldehida yang dihasilkan melimpah dan beranekaragam membentuk aroma Suan-cai (Wu et al. 2015). Temuan serupa juga telah dilaporkan peneliti sebelumnya dengan dihasilkannya rasa, tekstur dan daya terima konsumen (M. Kim and Chun 2005).

Pada *vegetable juice fermented*, ditemukan penurunan kadar glukosa bahan pangan dan sangat menguntungkan bagi yang membatasi konsumsi gula serta dihasilkannya berbagai komponen seperti, ester, asam, dan senyawa lain yang memberikan rasa dan aroma yang disukai (F. Yang, Wang, and Zhao 2019). *L. mesentroides* diidentifikasi pada kimchi yang memproduksi monnitol pemberi rasa manis dan karboniasi produk yang meningkatkan tingkat kesukaan konsumen (Choi et al. 2019). Produk fermentasi Sichuan Pickle (SCP) juga membentuk senyawa rasa, volatil, aroma aktif serta menurunkan konsentrasi amine nitrit dan biogenic sebesar 5–12% dan 6–12% (Xiang et al. 2020).

Selain meningkatkan kepadatan gizi, fermentasi juga dapat menurunkan kadar tannin dan zat anti gizi (Nazarni et al. 2016) made from tigarun flower (Crataeva nurvala, Buch HAM, serta asam pitat pada Tarhana (Kumral 2015). Mikroba spesifik atau fermentasi spontan memberikan manfaat penting bagi kesehatan manusia, dari produk atau BAL sebagai probiotik (Tao Xiong et al. 2014). Mikroba mampu menghidrolisis dan menginduksi kerusakan struktural dinding sel tanaman sehingga menghasilkan zat-zat metabolit yang bermanfaat (Hur et al. 2014) (Hur et al. 2014). Penelitian sebelumnya menunjukkan pemberian starter kimchi pada tikus yang mendapat diet tinggi lemak dan kolesterol, mampu menurunkan total kolesterol, trigliserida dan kadar LDL pada hati dan jaringan adiposa (Jo et al. 2015). *Lactobacillus* atau *Leuconostoc* yang diidentifikasi pada acar nozawana-zuke dapat meningkatkan ekspresi interferon (IFN)- γ . Sepuluh dari 12 BAL *L. fermentum* (Nz8) juga mampu meningkatkan ekspresi *interleukin (IL-12 p40)* (Kawahara and Otani 2006).

B. Produk Fermentasi Sayuran di Asia

Buah dan sayuran baik untuk kesehatan serta kaya akan gizi terutama vitamin dan mineral serta kandungan fitokimia berupa polifenol. Selain dikonsumsi segar, akhir-akhir ini pengolahan sayuran dengan fermentasi sangat marak dilakukan oleh masyarakat (Septembre-Malaterre, Remize, and Poucheret 2018), (Moon, Kim, and Chang 2018). Kemajuan industri dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan kesehatan telah berdampak terhadap permintaan makanan probiotik. Metode fermentasi bahan pangan sebagai aktifitas BAL telah berperan penting dan dianggap paling aman yang dapat meningkatkan kualitas produk yang lebih baik, termasuk rasa, aroma dan serta nilai gizi (R Di Cagno 2011).

Sayuran terdiri dari bagian batang, daun, umbi dan akar dan berbagai jenis sayuran telah difermentasi oleh masyarakat (Boh Kyung Kim, Ji Myung Choi, Soon Ah Kang 2014), (Boh Kyung Kim, Ji Myung Choi, Soon Ah Kang 2014), (J. S. Park 2011), (Choi et al. 2019), (H. Lee et al. 2011), (H. A. Lee et al. 2013), (Moon, Kim, and Chang 2018), (Tao Xiong et al. 2014), (Rambitan, Pelealu, and Tallei 2018). Fermentasi yang dilakukan juga bervariasi dari skala rumah tangga, industri dan keperluan riset.

Fermentasi sayuran telah dilakukan secara turun-temurun, dan menjadi hidangan di beberapa negara. Beberapa produk fermentasi sayuran- sayuran, seperti, sauerkraut di Eropa dan Asia Barat, *kimchi* di Asia Timur, *dhamoi* dari Vietnam (Septembre-Malaterre, Remize, and Poucheret 2018), *Winter salad (local pickel)* produk sayuran fermentasi tradisional di negara Iran (Saeedi et al. 2015), fermentasi kol merah (Rambitan, Pelealu, and Tallei 2018), *yan- tsai-shin* di Taiwan (Chen et al. 2013), *pao cai*, sayuran dari Cina

(Luo et al. 2015), *dua muoi* dan *ca muoi* di Vietnam Utara (Nguyen et al. 2013), *suan-cai*, di Cina (Wu et al. 2015), *nukazuke* di Jepang (Masuda et al. 2012), *aaroo pickle*, *beedana pickle*, *chukh*, *dheu pickle unripe*, *elon pickle elon*, *galgal pickle fruit*, *kachalu pickle*, *kachnar pickle*, *lasura pickle fruit*, *lingri pickle*, *nashpati pickle* di India (Monika et al. 2016), *acar tigarun (Crataeva nurvala, Buch HAM)* di Indonesia (Nazarni et al. 2016) made from tigarun flower (*Crataeva nurvala*, *Buch HAM* dan lain-lain).

Maraknya akhir-akhir ini produk fermentasi sangat terkait dengan semakin membaiknya kesadaran masyarakat akan kesehatan dan pangan fungsional (Septembre-Malaterre, Remize, and Poucheret 2018). Diprediksi bahwa masih banyak sayuran fermentasi dari berbagai negara yang belum terdokumentasi baik sehingga belum dikenal secara luas.

Penggunaan bahan baku fermentasi di masyarakat cukup bervariasi, seperti penambahan bumbu dan rempah dengan konsentrasi berbeda atau dengan tanpa penambahan bumbu. Variasi lain adalah terkait tingkat kematangan, waktu, suhu fermentasi, dengan atau tanpa penggunaan BAL atau dengan mengkombinasikan dari berbagai mikroba. Perbedaan perlakuan oleh peneliti-peneliti sebelumnya memengaruhi kinetika pertumbuhan BAL dan produk-produk sekunder yang dihasilkan. Penggunaan jenis sayuran yang difermentasi juga bervariasi, termasuk pencampuran berbagai jenis sayuran (J. Kim et al. 2019), (F. Yang, Wang, and Zhao 2020).

Sauerkraut sebagai produk fermentasi sayuran kubis yang berasal dari Cina, kaya akan kandungan mineral, kalsium, fosfor, kalium. Kandungan fenol dan vitamin B *sauerkraut* jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kubis segar (*Brassica oleracea L. var. Capitata*) (T Xiong et al. 2013). Fermentasi sayuran acar tigarun (*Crataeva nurvala, Buch HAM*) atau jaruk, pada masyarakat di Kalimantan Selatan, dipercaya dapat meningkatkan nafsu makan dan obat demam (Nazarni et al. 2016) made from tigarun flower (*Crataeva nurvala, Buch HAM*).

Produk acar/*pickle* tradisional di India antara lain adalah, *aaroo pickle*, *beedana pickle*, *chukh*, *dheu pickle unripe*, *elon pickle elon*, *galgal pickle fruit*, *kachalu pickle*, *kachnar pickle*, *lasura pickle fruit*, *lingri pickle*, *nashpati pickle*. Kebiasaan fermentasi telah dilakukan oleh ibu-ibu rumah tangga di India bertujuan dalam memperpanjang umur simpan bahan pangan (Monika et al. 2016).

C. Efek fermentasi terhadap kepadatan gizi

Kehadiran BAL dalam fermentasi sayuran memberikan dampak yang menguntungkan bagi kesehatan manusia. Perannya dalam mengubah komposisi serta memperbaiki sifat fungsional bahan pangan dengani berbagai

mekanisme yaitu mengeliminasi zat anti gizi dan memproduksi senyawa-senyawa metabolit sekunder (peptida bioaktif, dan eksopolisakarida). Fermentasi pada sayuran juga dapat meningkatkan kandungan vitamin dan fenol, dimana fenol memiliki korelasi terhadap aktivitas antioksidan dan kemungkinan berpengaruh terhadap flora usus dan penyerapan senyawa aktif di usus (Septembre-Malaterre, Remize, and Poucheret 2018).

Pada produk fermentasi Suan-cai ditemukan peningkatan signifikan kandungan free asam amino (FFA) dengan peningkatan tertinggi pada *glutamin acid*, *threonine*, *lysine*, *alanine*. Kadar asam amino *histidine* ditemukan sedikit penurunan pada fermentasi 30-40 hari (Wu et al. 2015). Fermentasi rebung (*Deandrocalamus asper*) dapat meningkatkan signifikan kandungan protein (Iwansyah, Patiya, and Hervelly 2019). Kehadiran *L. Plantarum* *L. sakei* pada produk fermentasi Nukazuke (berasal Jepang) dapat menghasilkan vitamin B12 dan asam folat yang tinggi (Masuda et al. 2012).

Metode fermentasi juga menghasilkan dan meningkatkan komponen volatile dan rasa pada Suan-cai dari 17 komponen menjadi 57 komponen. Ester dan aldehida yang dihasilkan melimpah dan beranekaragam membentuk aroma Suan-cai (Wu et al. 2015). Temuan serupa juga telah dilaporkan peneliti sebelumnya dengan dihasilkannya rasa, tekstur dan daya terima konsumen (M. Kim and Chun 2005). Pada *vegetable juice fermented*, ditemukan penurunan kadar glukosa bahan pangan dan sangat menguntungkan bagi yang membatasi konsumsi gula serta dihasilkannya berbagai komponen seperti, ester, asam, dan senyawa lain yang memberikan rasa dan aroma yang disukai (F. Yang, Wang, and Zhao 2020). *L. mesentroides* diidentifikasi pada kimchi yang memproduksi monnitol pemberi rasa manis dan karboniasi produk yang meningkatkan tingkat kesukaan konsumen (Choi et al. 2019). Produk fermentasi Sichuan Pickle (SCP) juga membentuk senyawa rasa, volatil, aroma aktif serta menurunkan konsentrasi amine nitrit dan biogenic sebesar 5–12% dan 6–12% (Xiang et al. 2020). Selain meningkatkan kepadatan gizi, fermentasi juga dapat menurunkan kadar tannin dan zat anti gizi (Nazarni et al. 2016) made from tigarun flower (*Crataeva nurvala*, Buch HAM, serta asam pitat pada Tarhana (Kumral 2015). Mikroba spesifik atau fermentasi spontan memberikan manfaat penting bagi kesehatan manusia, dari produk atau BAL sebagai probiotik (Tao Xiong et al. 2014). Mikroba mampu menghidrolisis dan menginduksi kerusakan struktural dinding sel tanaman sehingga menghasilkan zat-zat metabolit yang bermanfaat (Hur et al. 2014a).

Tabel 2. Kepadatan Gizi dari Fermentasi Sayuran dan Flavour

| No | Nama produk | Bahan Dasar | Perlakuan | Parameter pengamatan | Out put pengamatan | Sumber |
|----|------------------|--|--|---|---|--|
| 1. | Nukazuke, Jepang | Mentimun, lobak, terong, lobak, wortel, kubis, dan kubis Cina | 146 Nukazuke dibeli dari pasar daerah Kanto Jepang | Folat, Vit B12 dan thiamine | Lb. Plantarum CN-49 menghasilkan folat tertinggi (108 µg/L) | (Masuda et al. 2012) |
| 2. | Suan-cai, Cina | dikumpulkan dari produsen lokal di Shenyang, Provinsi Liaoning, Cina | Spontan, 40 hari, rendah garam | Free amino acid (FFA) Komponen volatil | Lb. coryniformis CN-229 menghasilkan Vit B12 tertinggi (2,0 µg/L) Total FFA meningkat signifikan (217,51 mg/L hari ke-0 menjadi 675,88 pada pertengahan dan 659,46 mg/L pada hari ke-40), Peningkatan AA bervariasi | (Wu et al. 2015) |
| 3. | Pickled | Sayuran daun, bunga, batang, akar termasuk buah dan biji | Spontan, 46 jenis sampel dibeli di Rakeigh, NC, AS | Asam L-askorbat (AA) Total Fenol (TF) Fenol | Komponen volatile meningkat (17 komponen pada hari ke-0 menjadi 57 komponen pada hari ke-40). Asam askorbat teridentifikasi pada semua produk kecuali pada bit acar. TF bervariasi (< 2 mg/ 100 g hingga 225 mg/100 g), 84,7% dengan TF < 50 mg/100 g | (Ding et al. 2018) red cabbage, pickled beets, and pickled mushrooms |
| | | | | | Rata-rata TF 30,3 mg/100 mg | |

| | | | | | |
|---|---|---|----------------------------|---|-----------------------|
| 4. Sauerkraut | Kubis Cina Segar (<i>Brassica rapa</i> spp. <i>Pekinensis</i>) | 30 day, suhu 18-20 °C, <i>NaCl</i> (0.5, 1.5, 2.5, 3.5%), | Asam amino nitrogen (AAN), | Kadar AAN lebih tinggi pada <i>NaCl</i> 0,5% | (X. Yang et al. 2019) |
| 5. Kimchi rebung (Deandrocalamus asper), Jawa Barat Indonesia | Rebung betung garam bertodium, bubuk cabai, bawang putih, bawang bombay, jahe, kecap asin, gula, dan tepung ketan | Spontan, 6 hari, . <i>NaCl</i> (3%, 5% & 7%) | Kualitas sensorik | <i>NaCl</i> 0,5% garam mempercepat pematangan dan meningkatkan kualitas sensorik sauerkraut oleh <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ORC 2 dan <i>L. Plantarum</i> HBUAS 51041 | (Irawan et al. 2006) |
| 6. Pickled wax gourd, Timur Zhejiang, Cina | L wax gourd | Spontan vs <i>L. plantarum</i> , 20 day, suhu kamar, <i>NaCl</i> (5% v/v) | Protein Kadar lemak | Protein tertinggi <i>NaCl</i> 3% (hari 2=1,24 gr, hari ke-4=1,53gr dan hari ke 6= 1,71 gr) | (Shen et al. 2017) |
| | | | Asam organic (AA) | TAA, spontan 1.770,53, mg TAA inokulasi <i>L. Plantarum</i> (L34) 2.597,30 mg/ Lebih tinggi 46,7%, dibandingkan spontan | |
| | | | | 17 AA terdeteksi dan semua isi AA lebih tinggi dengan stater <i>L. plantarum</i> | |

| | | | | | | |
|----|---|--|--|------------------------------|---|--|
| 7. | Fermented vegetable | Kubis ungu segar, wortel dan tomat | Fermentasi lactobacillus, 48 jam, suhu 30° C | Asam askorbat Volatil | Asam askorbat 12,58 mg/100 mL menjadi 6,87 mg/100 mL | (F. Yang, Wang, and Zhao 2020) |
| 8. | Acar tigarun (Crataeva nurvala, Buch HAM), Kalimantan Selatan Indonesia | Serbuk bunga segar tigarun | Spontan, 7 hari, suhu (-20°C), serbuk dimaserasi dengan methanol, etanol dan etil asetat | Fenol Flavonoid Tannin | Komponen volatil meningkat signifikan (ester, asam, dan senyawa lain) memberikan rasa dan aroma Phenolik meningkat dari 50,37 mg GAE/g menjadi 53,24 mg GAE/g Flavonoid sedikit menurun dari 6,53 mg GAE/g menjadi 6,28 mg GAE/g Tannin menurun dari 6,56 mg LAE/g menjadi 0,55 mg TAE/g, methanol pelarut terbaik | (Nazarni et al. 2016) made from tigarun flower (Crataeva nurvala, Buch HAM) |
| 9. | Pickles, di pasar local di India | Sayuran (kenaf, bawang putih, atau jahe) dan (buat dari buah-buahan (jeruk nipis, gooseberry, atau mangga), berbagai merek dan kemasan | 24 jenis pickles dari pasar local India (natrium benzoate sebagai pengawet) | Cu & Fe | Cu (0,8-13,5 mg/kg) Fe (10,8-146,9 mg/kg). | (Kharat et al. 2016) |

| | | | | | | |
|-----|-------------------------|---|---|---|--|--------------------------------|
| 10. | Baechu Kimchi | Lobak, bawang hijau, cabai merah, saus ikan teri fermentasi, jahe, dan bawang putih | Spontan, 28 day. Suhu =5°C | vitamin C, β -karoten, klorofil dan polifenol | Mengandung sejumlah besar vitamin C, β -karoten, serat makanan, klorofil dan polifenol Ekstrak BKE dapat menunda pencernaan karbohidrat dan dengan demikian penyerapan glukosa. | (H. A. Lee et al. 2013) |
| 11. | Limbah buah dan sayuran | Kulit jeruk, wortel, dan kulit pepaya | 4 hari pada suhu 28°C Strain blakeslea trispora (+) MTCC 884 | β -caroten | 76% limbah menghasilkan β -caroten dengan kemurnian tinggi Produksi β -caroten optimum pada pH 6,2-6,5 sebesar 0,089 mg/m, Kadar maksimum pada 96 jam (4 d) fermentasi sebesar 0,127 mg/mL | (Kaur, Ghoshal, and Jain 2019) |

| | | | | | |
|--------------------------|--|---|--|---|---------------------|
| 12. Kimchi (Korea) | Kubis, garam, cabai merah, bawang putih, air, gula | 48 jam, suhu 15°C, garam 2%, (6. BAL berbeda), yaitu | Bioaktivitas, senyawa volatilite dan non volatil | Asam organic yang dideteksi asam sitrat, asam suksinat, dan asam fumarat masing-masing (167,97; 332,7; dan 0,34) mg/100g. | (Choi et al. 2019) |
| | | 1. Leuconostoc mesenteroides (MGB0008) | | Asam laktat (meningkat asam utama non volatile organik) dari 24 jam fermentasi hingga akhir tertinggi kimchi oleh L. Plantarum | |
| | | 2. Leuconostoc citreum (MGB0004) | | | |
| | | 3. L. Plantarum (MGB0106) | | | |
| | | 4. L.Sakei (MGB0066) | | Senyawa volatilite dan non volatile yang mempengaruhi rasa (asam asetat, datialis sulfide, (Z)-4-hexen-1-0l dan monitol) terutama oleh L. <i>mesenteroides</i> | |
| | | 5. Weissella cibaria (MGB0332) | | | |
| | | 6. Weissella koreensis (MGB0097) | | Konsentrasi metabolit tergantung pada kultur stater BAL | |
| 13. Sichuan Pickle (SCP) | Sayuran, bawang putih, abu berduri Cina, cabai merah panas, jabe, garam dan gula kristal | 7 hari, suhu=25°C NaCl 6,0% , dengan mikroba : | Flavor volatil | Co- L. <i>plantarum</i> dan <i>W.Cibaria</i> menghasilkan flavor volatilite (daya terima sensorik) yang lebih baik | (Xiang et al. 2020) |
| | | L. Plantarum dan dengan Campuran Weissella. <i>Cibaria</i> , + L. Plantarum | | | |

| | | | | |
|---|--|--------------------------------|---|--|
| 14. Kocho, Etophia | Spontan, fermentasi permukaan, selama 7 hari sampai 10 bulan, 14 sampel kocho dibeli di pasar Tradisional Etophia, teknik dan durasi berbeda | Volatil | Sifat karakteristik rasa dan bau identifikasi sebagai asam lemak rantai pendek, diduga dihasilkan oleh aktivitas mikroba. | (Weldemichael et al. 2019) prepared by fermenting parts of 'false banana' plants (Ensete ventricosum |
| 15. Kimchi, Korea | Kubis Korea : bubuk cabai merah, bawang putih, jahe, kecap ikan fermentasi, bawang hijau, sukrosa, fruktosa | Kualitas sensorik, umur simpan | Kimchi dengan kualitas sensorik tinggi (30 day) fermentasi dan mengontrol umur simpan kimchi hingga 2 bulan oleh Leu. citreum GR 1, | (Moon, Kim, and Chang 2018) |
| 16. Acar sawi fermentasi (Thailand Utara) | Hijau mustard segar dengan rasio bawang putih, jahe, & cabai | Uji sensorik | Produk diterima dengan tingkat kesukaan yang tinggi | (Chaiyasut et al. 2018) |



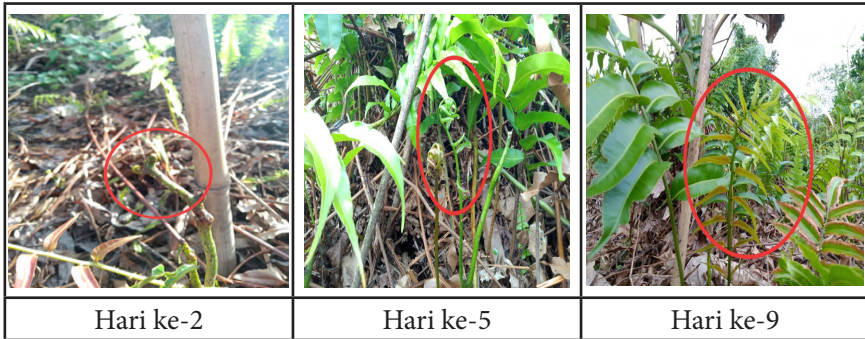
BAB V

PEMANFAATAN *PAKIS* DI LOKASI PENELITIAN

A. Gambaran umum Lokasi Penelitian

Bahan baku atau *pakis* dalam penelitian ini didapatkan dari masyarakat setempat. Pengadaan baku *pakis* (*S.Palutris*) dilakukan dengan cara membeli dari masyarakat dan dipanen dari hamparan tanaman di sekitar tempat tinggal masyarakat di Desa Rasa Jaya Umum III, Kecamatan Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat. Sebelum digunakan bahan baku terlebih dahulu dilakukan determinasi di Fakultas Biologi Universitas Tanjung Pura dan ditetapkan bahwa tanaman yang digunakan adalah *Stenochlaena palustris*.

Bagian tanaman yang diteliti adalah bagian batang dan daun tanaman yang didasarkan pada studi pendahuluan, terkait tingkat kematangan yang disesuaikan dengan kebiasaan yang dikonsumsi masyarakat setempat. Setelah dilakukan studi pendahuluan diperoleh informasi bahwa bagian yang umumnya dikonsumsi masyarakat adalah bagian batang dan daun, dengan ciri batang mudah dipatahkan dengan tangan, daun berwarna hijau muda atau hijau kemerahan. Bagian tanaman yang digunakan berumur 12-14 hari (diamati penulis dari timbulnya putik hingga siap dipanen). Berikut adalah gambar pengamatan pada umur *pakis* yang akan digunakan dalam penelitian.



Gambar 9. Pengamatan Pertumbuhan daun pakis (Gambir, 2020)

Pakis (S.Palutris) yang digunakakan dipanen masyarakat di pagi hari sebanyak 40 kg dan langsung dibawa ke Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Tanjung Pura, Pontianak, Kalimantan Barat guna dilakukan persiapan dan fermentasi.

B. Pemanfaatan *pakis (S. Palutris)* pada masyarakat di Desa Rasau Jaya Umum

Dasar awal pemikiran penelitian adalah mengkaji kandungan zat fitokimia dan zat biokatif yang terkandung pada *pakis* yang memiliki potensi sebagai kandidat makanan fungsional di masa mendatang. Tanaman ini sering dikonsumsi masyarakat setempat dan sangat banyak ditemukan warga. Untuk mengkaji pemanfaatan *pakis* dipilih 30 ibu rumah tangga sebagai responden dari hasil wawancara didapatkan bahwa 100% warga pernah dan sering mengkonsumsi *pakis (S.Palutris)* sebagai sayuran dan hampir kesemua responden menyampaikan hampir setiap minggu menghadirkan sayur *pakis (S.Palutris)* di dalam hidangan keluarga. Masyarakat menyatakan bahwa tanaman ini sangat mudah diperoleh sehingga menjadi salah satu alternatif penyediaan sayur di keluarga. Tanaman ini disebut masyarakat sebagai tanaman liar, tidak perlu di rawat dan tahan terhadap serangan hama.

Hasil kajian dalam olahan *pakis (S.Palutris)*, dari hasil wawancara ditemukan bahwa *pakis* biasanya diolah masyarakat menjadi sayuran, baik dengan cara menumis atau sebagai bahan campuran dalam membuat sayur asam, bubur peda dan olahan sayuran lainnya. Belum ada olahan lain selain yang dilaporkan di atas namun memiliki niat untuk mengolahnya menjadi bentuk hidangan lainnya.



BAB VI

KANDUNGAN ZAT FITOKIMA DAN AKTIVITAS BIOLOGIS PAKIS SEGAR DAN PAKIS TERFERMENTASI

Sebelum dilakukan uji kuantitatif zat fitokimia yang terkandung pada *pakis* terlebih dahulu melakukan analisis sampel secara kualitatif. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa *pakis* mengandung zat fitokimia, fenol, flavonoid, steroid dan saponin sedangkan treptonoid tidak ditemukan. Data tersebut juga disajikan pada tabel 3.

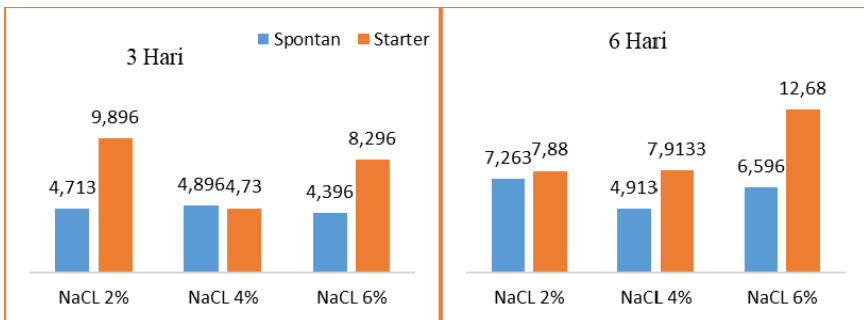
Tabel 3. Analisis kualitatif kandungan fitokimia pada *pakis* (*S.Palutris*) segar

| No | Nama Zat Fitokimia | Keterangan |
|----|--------------------|------------|
| 1. | Fenol | + |
| 2. | Flavonid | + |
| 3. | Steroid | + |
| 4. | Saponin | + |
| 5. | Treptonoid | - |

Fenol dan flavonoid disebut juga sebagai zat fitokimia yang mengandung antioksidan. Setelah didapatkan data secara kualitatif data zat fitokimia selanjutnya dilakukan dianalisis secara uji kuantitatif terkhusus pada kandugan flavonoid dan fenol.

A. Kandungan protein pada *pakis* non dan terfermentasi

Satu zat gizi atau proksimat berupa protein dianalisis pada penelitian ini. Dari hasil analisis ditemukan bahwa *pakis* mengandung protein baik pada keadaan segar maupun yang difermentasi. Grafik di bawah menjelaskan bahwa adanya perbedaan kandungan protein pada setiap perlakuan. Tiga faktor perlakuan yang mempengaruhi proses fermentasi yang dilakukan yaitu penggunaan BAL, konsentrasi garam dan lama fermentasi hingga dinyatakan dipanen. Penelitian menemukan bahwa kadar protein pada semua perlakuan lebih tinggi pada fermentasi yang menggunakan Bakteri Asam Laktat *L. Plantarum*, baik pada saat dipanen fermentasi 72 jam maupun 144 jam. Fermentasi dengan lama 72 jam kandungan protein tertinggi ditemukan pada penggunaan NaCl sebanyak 2% diikuti oleh penggunaan NaCl 6%.



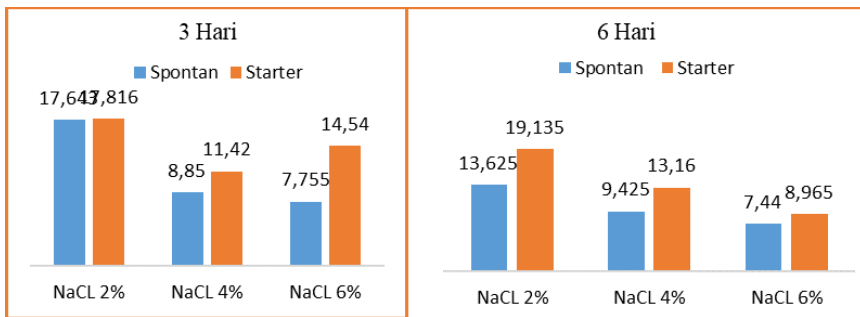
Gambar 10. Kandungan Protein (g/100) *L. Plantarum* Vs Tanpa *L. Plantarum*

Perilaku yang sama juga terjadi pada *pakis* yang difermentasi selama 144 jam, Kandungan protein tertinggi ditemukan pada fermentasi dengan *L. Plantarum* dengan konsentrasi garam 6%. Ada kecenderungan peningkatan kadar protein *pakis* fermentasi dengan semakin meningkatnya penggunaan NaCl. Dari kedua kelompok hari tersebut kandungan protein lebih tinggi pada fermentasi selama 144 jam. Dari hasil uji anova yang dilakukan diperoleh perbedaan kandungan protein yang signifikan. Pada penelitian ini peningkatan protein yang memiliki pengaruh besar dalam peningkatan aktivitas antioksidan karena kandungan fenol dan flavonoid mengalami penurunan. Pemecahan protein menjadi asam-asam amino pada saat fermentasi juga berperan dalam peningkatan aktivitas antioksidan. Menurut Suprihatin, (2010) peningkatan protein selama fermentasi terjadi karena meningkatnya nitrogen terlarut akibat dari pemecahan protein menjadi asam-asam amino.

B. Kandungan fenol pada *pakis* (*S.Palutris*) terfermentasi

Fenol termasuk dalam komponen kimiawi yang membentuk pigmen warna pada tumbuh-tumbuhan seperti halnya pada buah dan sayuran (James Hamuel Doughari 2012). Fenol memiliki aktivitas antioksidan yang potensial dan sangat bermanfaat bagi kesehatan yang dapat mencegah berbagai penyakit (Haminiuk et al. 2012). Nilai rata-rata kandungan fenol dari analisis 3 ulangan yang dilakukan pada *pakis* segar dalam penelitian ini ditemukan sebesar 41,21 mg GAE/g. Namun dari analisis hasil penelitian ditemukan adanya penurunan yang cukup tinggi terhadap kandungan fenol baik yang difermentasi selama 72 jam maupun 144 jam, termasuk juga baik dengan atau

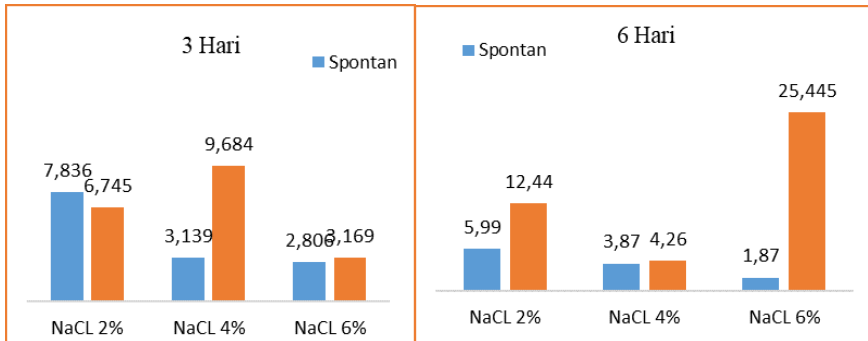
tanpa penambahan *L.Plantarum*. Data selengkapnya dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 11. Total Fenol (GAE/g) *L. Plantarum* Vs Tanpa *L. Plantarum*

Pada grafik terlihat bahwa kandungan fenol tertinggi ditemukan pada 144 jam fermentasi dengan *L.Plantarum*, pada konsentrasi NaCL 2%. Pada kelompok fermentasi selama 144 jam kandungan fenol tertinggi pada konsentrasi garam 2% sedangkan pada fermentasi 72 jam kandungan tertinggi ditemukan pada penggunaan *L. Plantarum* dengan konsentrasi NaCl 2%. Sehingga penelitian ini, menemukan adanya penurunan kandungan fenol setelah dilakukan fermentasi pada *pakis* (*S.Palutris*). Tidak ada peningkatan kadar fenol pada setiap perlakuan dibandingkan dengan kandungan pada *pakis* segar. Namun dari grafik kita melihat bahwa ada perbedaan yang signifikan kandungan fenol pada berapa perlakuan. Dengan melakukan uji anova ditemukan perbedaan yang signifikan akan kandungan fenol setelah dilakukan fermentasi ($p < 0,05$).

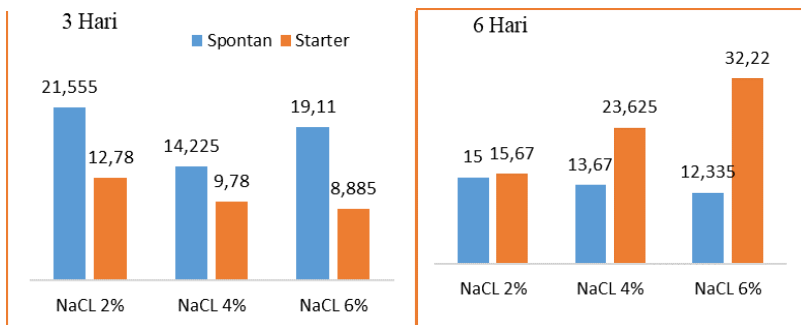
D. Kandungan flavonoid *pakis* (*S.Palutris*) terfermentasi



Gambar 12. Total Flavonoid (mg QE/g) Fermentasi dengan *L. Plantarum* Vs Tanpa *L. Plantarum*

Zat fitokimia lainnya yang dianalisis pada penelitian ini adalah total flavonoid dengan satuan (mg QE/g). *Pakis* difermentasi dengan menggunakan *L. Plantarum* Vs Tanpa *L. Plantarum*. Selain itu kandungan *pakis* segar juga diujikan dengan masing-masing 3 kali pengulangan. Metode untuk menganalisis kandungan flavonoid adalah dengan Kolorimetri- AlCl_3 dan data yang diperoleh dapat dilihat pada gambar. Hasil uji kandungan flavonoid berdasarkan 3 kali pengulangan diperoleh rata-rata *pakis* segar sebanyak 21,65 mg QE/g lebih tinggi dibandingkan dengan *pakis* fermentasi pada setiap perlakuan. Hanya satu perlakuan yang menunjukkan peningkatan menjadi 25,44 mg QE/g yaitu pada fermentasi *pakis* dengan *L. Plantarum* pada konsentrasi NaCl 6% selama 144 jam fermentasi. Kandungan terendah ditemukan pada fermentasi tanpa *L. Plantarum*, NaCl 6% dengan lama fermentasi 144 jam. Pada fermentasi tanpa penggunaan *L. Plantarum* kandungan flavonoid tertinggi ditemukan pada NaCl 2% dengan lama fermentasi 72 jam. Kandungan antar perlakuan dapat dilihat pada grafik.

E. Zat bioaktif (aktivitas antioksidan % DPPH) pada *pakis* terfermentasi



Gambar 13. Aktivitas Biologis Antioksidan (% DPPH) Fermentasi dengan *L. Plantarum* Vs Tanpa *L. Plantarum*

BAL dalam fermentasi memiliki aktivitas melalui hidrolisis serta menginduksi kerusakan struktural dinding sel tanaman yang menghasilkan antioksidan, yang bertindak sebagai terminator radikal bebas, chelator logam, *quencher oksigen singlet*, atau donor hidrogen radikal (Hur et al. 2014a). Pada fermentasi acar tigarun (*Crataeva nurvala*, Buch HAM) dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, ditemukan lebih tinggi dibandingkan pada daun bunga segar (Nazarni et al. 2016) made from tigarun flower (*Crataeva nurvala*, Buch HAM). Pada penelitian ini ditemukan peningkatan aktifitas antioksidan berupa % DPPH pada fermentasi dengan menggunakan *L. Plantarum* pada NaCl 6% yang difermentasi selama 144 jam. Berdasarkan penggunaan dan tidak menggunakan *L. Plantarum* tampak pada grafik penggunaan BAL *L. Plantarum* menghasilkan aktivitas biologi yang lebih tinggi. Namun demikian bahwa peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan *pakis* segar hanya ditemukan pada fermentasi *L. Plantarum* dengan NaCl 4% dan 6% dengan lama fermentasi 144 jam.



BAB VII

PENGARUH FERMENTASI TERHADAP ZAT GIZI DAN ANTIOKSIDAN PADA *PAKIS*

A. Fermentasi terhadap kandungan protein

Protein terbentuk dari sekumpulan asam-asam amino rantai panjang yang membentuk rangkai ikatan peptide, yang berfungsi dalam memperbaiki dan memelihara jaringan serta untuk pertumbuhan dan membentuk senyawa biologis tertentu (Subandiyono and Hastuti 2016). Rata-rata kandungan protein *pakis* segar yang ditemukan pada penelitian ini sebesar 3,80 g/100g (3,08 %). Ditemukan peningkatan kadar protein signifikan akan kandungan protein pada *pakis* fermentasi pada semua perlakuan baik dengan penggunaan *L. Plantarum* maupun tanpa *L. Plantarum*.

Peningkatan kandungan protein dikarenakan adanya aktivitas enzim mikroba selama proses fermentasi yang mengubah atau medegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi bentuk lebih sederhana serta mampu mensintesis protein yang pada akhirnya akan memperkaya protein pada bahan (Anggorowati, Setyawati, and Purba 2012). Penelitian yang dilakukan oleh (Kusumaningrum, Sutrisno, and Prasetyono 2012) terjadi peningkatan kandungan protein ransum yang difermentasi, proses fermentasi serta penambahan protein oleh sel mikroba itu sendiri akan meningkatkan kandungan protein. Salah satu enzim mikroba yang berperan penting adalah enzim proteolitik yang berfungsi dalam memecah protein menjadi asam-asam amino sehingga nitrogen terlarut memberi dampak terhadap peningkatan kandungan protein (Suprihatin 2010).

Seperti pernyataan sebelumnya peningkatan jumlah mikroba saat fermentasi akan sangat mempengaruhi kandungan protein pada bahan pangan yang difermentasi. Kandungan gula pada bahan saat fermentasi akan dimanfaatkan *L. Plantarum* dalam proses metabolisme sehingga terjadi pertumbuhan sel (Kusuma, Nocianitri, and Pratiwi 2020). Penelitian (Anggorowati, Setyawati, and Purba 2012) peningkatan kandungan protein selaras dengan terjadinya peningkatan jumlah mikroba dalam produk fermentasi. Pernyataan yang sama oleh (Muhiddin et al. 2001) juga menyebutkan bahwa peningkatan jumlah massa mikroba akan meningkatkan kandungan protein pada produk fermentasi sebagai refleksi dari jumlah massa sel.

Lamanya waktu fermentasi berkorelasi terhadap peningkatan populasi *L. Plantarum* dan peningkatan kandungan protein dikaitkan dengan adanya aktivitas enzim proteinase selama proses fermentasi (Tandrianto, Mintoko, and Gunawan 2014) Protein Sel Tunggal (PST) yang dihasilkan oleh mikroorganisme juga akan menyebabkan peningkatan kandungan protein (Madigan et al., 2000 dalam (Hidayati et al. 2011)). (Iwansyah, Patiya, and Hervelly 2019) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa semakin lama waktu fermentasi pada kimchi rebung dapat meningkatkan kandungan protein.

BAL memiliki peran penting dalam fermentasi, enzim yang dihasilkan, pertumbuhan BAL, kompetisi, serta kerjasama mikroba yang memiliki kemampuan dalam merusak dinding-dinding sel tanaman sehingga menghasilkan produk-produk bermanfaat bagi kesehatan. Jumlah dan jenis mikroba dihasilkan melimpah pada fermentasi spontan namun diakhir fermentasi hanya beberapa mikroba yang dominan yang ditemukan. Di awal-awal fermentasi BAL akan memanfaatkan glukosa dan fruktosa untuk pertumbuhan serta menghasilkan asam yang akan mempengaruhi kadar pH dan asam laktat. Pemanfaatan nutrisi, aktivitas dan enzim oleh BAL akan merubah substrat menjadi lebih sederhana, seperti halnya gula akan dirubah menjadi asam, gas dan alkohol yang menghasilkan senyawa metabolit-metabolit sekunder penting (Das et al. 2016).

Kehadiran BAL dalam fermentasi seperti halnya dalam sayuran memberikan manfaat menakjubkan kemampuan dalam merubah komposisi dan sifat fungsional bahan pangan melalui berbagai mekanisme, yang mampu mengeliminasi faktor anti gizi. Produk lain yang dihasilkan berupa senyawa-senyawa metabolit sekunder, yang antara lain adalah peptida bioaktif dan eksopolisakarida. Fermentasi juga meningkatkan kandungan vitamin, serta dapat mempengaruhi penyerapan senyawa aktif pada flora usus (September-Malaterre, Remize, and Poucheret 2018).

Suan-cai sebagai adalah salah satu produk fermentasi sayuran dengan peningkatan kandungan free asam amino (FFA) yang signifikan setelah

sayuran difermentasi, ditemukan dalam jumlah yang bervariasi, namun sedikit menurun di tahap akhir pada saat difermentasi selama 30-40 hari. Peningkatan tertinggi ditemukan pada *asam glutamat*, *treonin*, *lisin* dan *alanin*, sedangkan asam amino histidin sedikit mengalami penurunan di tahap akhir fermentasi. (Wu et al. 2015). Peningkatan kadar protein ditemukan meningkat setelah fermentasi baik spontan maupun dengan menggunakan BAL *L. Plantarum*. Fermentasi pada kimchi rebung (*Deandrocalamus asper*), juga ditemukan peningkatan kadar protein yang signifikan sedangkan kadar lemak mengalami penurunan (Iwansyah, Patiya, and Hervally 2019). Fermentasi pada sayuran juga dapat menurunkan kadar tannin dan zat anti gizi (Nazarni et al. 2016) (*Crataeva nurvala*, Buch HAM, kadar asam fitat (Kumral 2015). Penggunaan BAL spesifik atau spontan memberikan manfaat lebih tinggi terhadap produk dan BAL sendiri berfungsi sebagai probiotik (Tao Xiong et al. 2014).

B. Fermentasi *pakis* terhadap kandungan fenol

Fenol termasuk dalam komponen kimiawi pembentuk pigmen warna pada tanaman seperti halnya pada buah dan sayuran (James Hamuel Doughari 2012). Fenol memiliki aktivitas antioksidan yang potensial dan bermanfaat bagi kesehatan guna pencegahan pada berbagai penyakit (Haminiuk et al. 2012). Perlu kami laporkan bahwa sepengetahuan peneliti fermentasi yang kami lakukan adalah kali pertamanya.

Hasil produk fermentasi *pakis* (*S. Palutris*) dalam penelitian ini sedikit berbeda dengan fermentasi pada sayuran lainnya. Hal ini perlu dipelajari lebih lanjut apakah kondisi optimum fermentasi belum didapatkan atau terbentuknya zat-zat metabolit sekunder lainnya setelah dilakukan fermentasi. Penelitian ini menemukan adanya penurunan kandungan fenol setelah dilakukan fermentasi. Penurunan kadar fenol dapat saja terjadi dari penanganan fermentasi. Menurut penelitian Anggraeni, semakin tinggi suhu dan lama pada proses pemanasan dapat menurunkan kandungan senyawa fenolik (Anggraeni et al. 2015). Pernyataan yang sama juga dikemukakan oleh (Aisyah, Rasdiansyah, and Muhaimin 2014) terjadi penurunan kandungan total fenol pada terung dan wortel yang direbus atau dikukus dari 38–47% menjadi 25–31% mg GAE/g. Peristiwa tersebut dapat saja terjadi pada penelitian ini sehubungan pengukusan kami lakukan sebelum fermentasi, karena kami melakukan pengukusan sebelum *pakis* di fermentasi, dengan tujuan untuk menghilangkan mikroba-mikroba lain yang mungkin terikut pada saat peneenan, transportasi dan penanganan.

Penurunan kadar fenol saat fermentasi juga dapat terjadi dikarenakan senyawa fenolat yang terdifusi dioksidasi oleh enzim polifenol oksidase (Adetuyi and Ibrahim 2014). Enzim polifenol oksidase tersebut bekerja

mengubah kandungan senyawa polifenol maupun profil polifenol (Utami 2018). Difusi juga dapat terjadi dikarenakan penambahan garam pada saat fermentasi menyebabkan perbedaan konsentrasi intra dan ekstrasel pada jaringan bahan baku sehingga air, zat gizi seperti gula dan senyawa folifenol dapat tertarik keluar. (Othman et al. 2009) menjelaskan pada buah zaitun adanya kehilangan senyawa fenolik selama fermentasi yang diakibatkan terjadinya difusi senyawa ke air garam. Penurunan kandungan fenol pada penelitian ini diduga akibat aktivitas mikroorganisme dalam mensintesis senyawa antioksidan menjadi senyawa turunan lainnya yang dapat menurunkan kandungan total fenol (Dewi, Anam, and Widowati 2014).

Faktor lainnya adalah ketersediaan akan jumlah karbohidrat atau jenis gula yang terkandung pada bahan baku juga mempengaruhi kandungan polifenol pada produk fermentasi. Karbohidrat dan gula sebagai sumber nutrisi pertumbuhan BAL, merubah gula mejadi asam laktat dan menghasilkan zat metabolit primer dan polifenol sebagai metabolit sekunder (Primurdia and Kusnadi 2014) . Kami duga bahwa kandungan pada *pakis* yang diteliti mungkin mengandung karbohidrat yang terbatas sehingga mikroba tidak dapat tumbuh dengan optimal.

Dugaan sementara peneliti pada studi ini penurunan kandungan fenol pada *pakis* fermentasi kemungkinan terjadi difusi senyawa fenol ini ke dalam cairan sel. Ketersediaan jumlah kabohidrat maupun jenis gula yang terkandung pada bahan juga dapat mempengaruhi kandungan polifenol pada produk fermentasi. karbohidrat dan gula merupakan sumber nutrisi untuk pertumbuhan bakteri asam laktat, kemudian BAL akan merubah gula menjadi asam laktat sebagai hasil metabolit primer dan polifenol sebagai produk metabolit sekunder (Primurdia and Kusnadi 2014). *Pakis* yang menjadi bahan baku pada penelitian ini mungkin dengan mengandung karbohidrat yang terbatas sehingga glukosa sumber energi terbatas untuk pertumbuhan BAL yang dapat merubah struktur senyawa folifenol.

Banyak penelitian-penelitian sebelumnya yang mempublikasikan adanya peningkatan kandungan fenol, flavonoid dan antioksidan setelah difermentasi dan sebagian besar menambahkna sukrosa untuk sumber energi BAL. Fermentasi menggunakan BAL dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, produk samping dari aktivitas dan enzim BAL yang menghidrolisis serta menginduksi terjadinya kerusakan struktural dinding sel tanaman. Antioksidan yang dihasilkan bertindak sebagai terminator radikal bebas, chelator logam, quencher oksigen singlet, atau donor hidrogen radikal (Hur et al. 2014a). Fermentasi pada acar tigarun meningkatkan kandungan fenol (*Crataeva nurvala*, *Buch HAM*), lebih tinggi dibandingkan pada daun bunga segar (Nazarni et al. 2016).

Penelitian lain sebanyak 24 jenis acar dikumpulkan di pasar tradisional di India dilaporkan tinggi akan aktivitas antioksidan, kemampuan dalam menghambat pembentukan DPPH dan FRAP (Kharat et al. 2016). Tingkat kematangan fermentasi pada kimchi juga dilaporkan dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan. Kimchi matang optimal (OptR, pH=4,3) memiliki kemampuan menghambat pembentukan DPPH, NO, O₂, OH lebih tinggi, dibandingkan (fresh, pH 5,6) dan over (OvR, pH 3,8). Penelitian yang mirip pada kimchi fermentasi selama >2 tahun pada suhu rendah 2°C memiliki kadar fenol dan aktivitas pembersihan radikal bebas (DPPH) lebih tinggi dibandingkan fermentasi <7 hari. Aktivitas penghambatan ditemukan sebesar (53,18%-88,38% DPPH), lebih tinggi dibandingkan kemampuan *butylated hydroxytoluene* (BHT) yang dikenal sebagai antioksidan kimiawi (nilai IC₅₀ dari 19,35-40,82 mg/ml). Kesimpulan yang sama bahwa aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh tingkat kematangan dan lama fermentasi (J. M. Park et al. 2011), (Boh Kyung Kim, Ji Myung Choi, Soon Ah Kang 2014).

Ekstrak kimchi memiliki kemampuan biologis kuat terhadap aktivitas antioksidan dan scavenger nitrit, berkorelasi terhadap kandungan fenol (J. M. Park et al. 2011), (Boh Kyung Kim, Ji Myung Choi, Soon Ah Kang 2014). Fermentasi dari 18 jenis sayuran dan buah campuran yang difermentasi, signifikan meningkatkan agen antioksidan dan anti inflamasi, menghasilkan laktat, 3-fenilaktat, indole-3-laktat, β-hidroksibutirat, γ-aminobutirat, dan gliserol (J. Kim et al. 2019). Namun perlu kami laporkan sepanjang sepengetahuan peneliti fermentasi pada *pakis* (*S.Palutris*) baru kali ini dilakukan sehingga sulit untuk mendapatkan referensi pendukung yang lebih spesifik.

C. Fermentasi *pakis* terhadap kandungan flavonoid

Flavonoid dikenal sebagai salah satu senyawa antioksidan alami yang banyak ditemukan pada bahan pangan. Flavonoid termasuk pada kelompok senyawa fenol terutama ditemukan pada tanaman berwarna hijau. Kandungan flavonoid *pakis* segar ditemukan sebesar 21,65 mg QE/g. Akan tetapi fermentasi yang dilakukan sebagian besar mengalami penurunan hanya ditemukan pada beberapa perlakuan yang mengalami peningkatan dibandingkan dengan bahan baku segar. Peningkatan tertinggi ditemukan pada fermentasi *L. Plantarum*, NaCl 6% selama 144 jam.

Perilaku penurunan kandungan flavonoid berkorelasi dengan penurunan kandungan fenol dikarenakan flavonoid adalah salah satu senyawa fenol. Penelitian (Othman et al. 2009) buah zaitun yang difermentasi mengalami penurunan kandungan flavonoid. Penurunan kandungan flavonoid pada *pakis* yang kami fermentasi dapat saja karena proses pengukusan sebelum perlakuan fermentasi yang mengakibatkan hilangnya sebagian senyawa flavonoid.

Pada tahap awal fermentasi senyawa flavonoid akan mengalami perombakan struktur menjadi lebih sederhana atau membentuk senyawa organik lainnya. Selama proses fermentasi senyawa akan mengalami degradasi menjadi bentuk lain dan lebih sederhana dampak dari peran mikroorganisme (Ademiluyi and Oboh 2011). Penurunan senyawa ini juga dapat disebabkan penggunaan folifenil sebagai substrat kinetika pertumbuhan BAL terutama saat kandungan gula terbatas (Natania, Susanto, and Cahyana 2019). Hasil penelitian kami berbanding terbalik dengan temuan (Nazarni et al. 2016) yang menemukan peningkatan kadar flavonoid pada fermentasi bunga tigarun. Ditemukan juga sama pada fermentasi jus pare yang meningkatkan kandungan flavonoid (Gao 2017).

D. Fermentasi *pakis* terhadap zat bioktif (% DPPH)

Antioksidan dikenal sebagai senyawa kimia dan dalam jumlah tertentu dapat menghambat terjadinya kerusakan akibat proses oksidasi. Antioksidan berfungsi sebagai donor elektron sehingga dapat melindungi sel dari radikal bebas (Kesuma 2015). Peningkatan aktivitas antioksidan (% DPPH) lebih tinggi pada beberapa perlakuan tertinggi ditemukan pada fermentasi dengan *L. Plantaurum*, NaCl 6% dengan lama fermentasi 144 jam. Pada *pakis* segar ditemukan % DPPH sebesar 23,70 %. (Adetuyi and Ibrahim 2014) menyatakan peningkatan aktivitas antioksidan pada biji okra yang difermentasi berkaitan dengan pemecahan protein menjadi asam amino dan peptide bebas oleh enzim protease.

Asam asam amino seperti histidin, tirosin, metionin, dan sistein yang terkandung pada tepung lobak adalah salah satu faktor penting yang berkontribusi terhadap peningkatan aktivitas antioksidan. Jenis asam amino tersebut memiliki kelebihan elektron yang disumbangkan serta digunakan untuk mengikat radikal bebas (He et al. 2012). Asam amino aromatik berfungsi dalam menyumbangkan proton ke radikal yang kekurangan elektron yang berdampak terhadap peningkatan aktivitas antioksidan (Coda et al. 2012).

Peningkatan peptida dengan berat molekul rendah dari proses hidrolisis enzimatis akan mempengaruhi aktivitas antioksidan selama fermentasi (Hur et al. 2014). Selama proses fermentasi BAL sangat berperan penting dalam meningkatkan aktivitas antioksidan dalam berbagai produk makanan. Aktivitas metabolisme bakteri melibatkan berbagai enzim yang mampu mengubah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana yang pada akhirnya dapat meningkatkan mutu produk dari makanan, seperti peningkatan nilai gizi, termasuk peningkatan aktivitas antioksidan. Hidrolisis oleh bakteri pada saat fermentasi akan mengubah struktur komponen metabolit yang meningkatkan kandungan senyawa antioksidan (Hur et al. 2014). *L. Plantarum*

adalah jenis BAL yang sering ditemukan pada produk makanan fermentasi sayur dan buah. Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa fermentasi menggunakan *L. Plantarum* dapat meningkatkan aktivitas antioksidan.

(Hunaefi, Akumo, and Smetanska 2013) dalam penelitiannya menemukan peningkatan aktivitas antioksidan pada fermentasi menggunakan *L. Plantarum* pada sauerkraut kubis merah. Dilaporkan juga oleh (Tkacz et al. 2020) fermentasi jus apel menggunakan *L. Plantarum* meningkatkan aktivitas antioksidan. Enzim yang berperan dalam fermentasi *L. Plantarum* antara lain adalah amilase, β -glukosidase, dekarboksilase, dehidrogenase laktat, peptidase, dekarboksilase asam fenolat, reduktase fenol, proteinase, tannase (Hur et al. 2014), beberapa jenis enzim tersebut hanya dimiliki oleh bakteri *L. Plantarum* seperti dekarboksilase asam fenolat, reduktase fenol, dan tannase. Enzim-enzim tersebut dapat merombak struktur dari senyawa fenolik menjadi bentuk turunan senyawa fenolik lainnya yang berperan lebih aktif sebagai antioksidan.

Aktivitas enzim mikroba selama fermentasi juga menghidrolisis glukosida menjadi bentuk senyawa organik yang juga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dalam makanan (Hur et al. 2014). Enzim glukosida glukohidrolase dapat menghidrolisis glukosida menjadi senyawa fenolik (Martins et al. 2011). Menurut (J. Kim et al. 2019) bahwa peningkatan aktivitas antioksidan pada buah dan sayur fermentasi berkorelasi terhadap peningkatan hasil metabolit seperti asam organik dan asam amino. Selama proses fermentasi enzim dari mikroorganisme mendegradasi senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga dapat digunakan BAL sebagai nutrisi dalam kinetika pertumbuhan yang menghasilkan berbagai asam amino dan asam organik.

BAL menghasilkan enzim yang akan menghidrolisis senyawa folifenol terpolimerasi yang melepaskan senyawa fenolik yang lebih sederhana (Hur et al. 2014). Penurunan kandungan fenol dan flavonoid pada fermentasi *pakis* diduga telah terjadinya degradasi senyawa turunan dalam bentuk lebih sederhana dan tetap memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Pernyataan ini didukung oleh penelitian (Dueñas et al. 2005) yang menyebutkan bahwa *L. Plantarum* menghidrolisis senyawa fenolik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan lebih aktif secara biologis sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan pada kacang tunggak terfermentasi.

Selain karena reaksi metabolisme oleh mikroba peningkatan aktivitas antioksidan selama fermentasi dapat disebabkan adanya aktivitas antioksidan dari mikroba sendiri. BAL akan mengembangkan mekanisme dalam melindungi diri dari kerusakan oksidatif dengan bantuan antioksidan enzimatik dan non-enzimatik yang menghasilkan peningkatan aktivitas antioksidan

(H. Y. Lee et al. 2006). Setelah masa pertumbuhan selesai, bakteri asam laktat menghasilkan lebih banyak asam organik yang termasuk dalam kelompok antioksidan seperti 3-fenilaktat, indole-3-laktat, β -hidroksibutirat, dan γ -aminobutyrate (J. Kim et al. 2019).



BAB VIII

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu bahwa faktor dalam fermentasi mempengaruhi dan menghasilkan kandungan zat proksimat, fitokimia dan aktivitas biologis yang berbeda-beda. Penelitian menemukan bahwa *pakis* yang didapatkan di Desa Rasau Jaya mengandung berbagai zat fitokimia, aktivitas antioksidan yang sangat penting bagi kesehatan manusia dan sebagai kandidat bahan pangan fungsional ke depannya. Fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein yang terkandung pada *pakis*. Fermentasi dengan faktor yang berbeda menghasilkan kandungan protein, fenol flavonoid yang berbeda. Fermentasi dengan menggunakan stater *L. Plantarum* menghasilkan *outcome* yang lebih baik dibandingkan tanpa penambahan *L. Plantarum*. Perlakuan yang terbaik dari keseluruhan model perlakuan ditemukan pada fermentasi dengan *L. Plantarum*, NaCl% dengan fermentasi selama 6 hari. Penurunan kadar fenol, flavonoid pada saat fermentasi dibandingkan dengan *pakis* segar diduga telah terbentuknya senyawa-senyawa metabolit baru selama fermentasi.

B. Rekomendasi

Beberapa hal yang dapat kami rekomendasikan untuk kegiatan penelitian selanjutnya antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai zat-zat fenolik yang terdegradasi selama fermentasi *pakis* sebagai aktivitas dan enzim yang dihasilkan oleh mikroba.

2. Untuk mendapatkan kondisi optimum fermentasi untuk mendapatkan target yang diharapkan dalam penelitian, seperti rancangan penelitian *Response Surface Methode (RSM)*.
3. Dapat dipertimbangkan faktor lainnya terhadap kelangsungan fermentasi seperti faktor penambahan sukrosa sebagai sumber energi pada mikroba pada awal-awal fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ademiluyi, A. O., and G. Oboh. 2011. "Antioxidant Properties of Condiment Produced from Fermented Bambara Groundnut (*Vigna Subterranea* L. Verdc)." *Journal of Food Biochemistry* 35(4): 1145–60.
- Adetuyi, F.O., and T.A. Ibrahim. 2014. "Effect of Fermentation Time on the Phenolic, Flavonoid and Vitamin C Contents and Antioxidant Activities of Okra (*Abelmoschus Esculentus*) Seeds." *Nigerian Food Journal* 32(2): 128–37.
- Admassie, Mesele. 2019. "A Review on Food Fermentation and the Biotechnology of Lactic Acid Bacteria." (January).
- Aisyah, Yuliani, Rasdiansyah, and Muhaimin. 2014. "Pengaruh Pemanasan Terhadap Aktivitas Antioksidan Pada Beberapa Jenis Sayuran." *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 6(2): 0–4.
- Aliya, Himaa et al. 2016. "Pemanfaatan Asam Laktat Hasil Fermentasi Limbah Kubis Sebagai Pengawet Anggur Dan Stroberi." *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi* 9(1): 23–28.
- Anggorowati, Dwi, Harimbi Setyawati, and Annastasiya Purba. 2012. "Peningkatan Kandungan Protein Abon Nangka Muda." *Jurnal Teknik Kimia* 7(1): 17–21.
- Anggraeni, Frida Dwi et al. 2015. "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Berbagai Hasil Olah Ubi Jalar." *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian* 6(2).
- Aryulina, Diah, Muslim Choirul, Syalfinah Manaf, and Endang Widi Winarni. 2004. "Biologi SMA Dan MA Untuk Kelas X 1." In *Penerbit Erlangga*, ed. Eny Wijayanti Ch. Erlangga. <https://books.google.co.id/books?id=Yg2nkcSqNSQC&pg=PA173&dq=tumbuhan+paku+adalah&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwiXtf6-udPpAhVDfisKHfNPD-CUQ6AEIKDAA#v=onepage&q=tumbuhan+paku+adalah&f=false> (May 31, 2020).
- Azka, Ahmad Baiquni Fariz, Muhammad Thariq Santriadi, and Muhammad Nur Kholis. 2018. "Pengaruh Konsentrasi Garam Dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia Dan Organoleptik Kimchi." *Agroindustrial Technology Journal* 2(1): 91.
- Boh Kyung Kim, Ji Myung Choi, Soon Ah Kang, Kun Young Park and Eun Ju Cho. 2014. "Antioxidative Effects of Kimchi under Different Fermentation Stage on Radical-Induced Oxidative Stress." *Nutrition Research and Practice* 8(6): 638–43.

- BPS. 2020. "Kabupaten Kubu Raya Dalam Angka 2020." *Badan Pusat Statistik*: 366.
- Cagno, R Di. 2011. "Duodenal and Faecal Microbiota of Celiac Children: Molecular, Phenotype and Metabolome Characterization." *BMC Microbiology* 11. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?partnerID=HzOxMe3b&scp=80053479073&origin=inward>.
- Cagno, Raffaella Di, Pasquale Filannino, and Marco Gobbetti. 2015. "Vegetable and Fruit Fermentation by Lactic Acid Bacteria." *Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications: Second Edition*: 216–30.
- Cahaya N, Aulia R, and Nurlily. 2016. "Efek Daun Kelakai (*Stenochlaena Palustris*) Terhadap Jumlah Eritrosit, Bentuk Eritrosit Dan Kadar Haemoglobin (Hb)." *Lahan Basah ULM Seminar Nasional* (November).
- Chai, Tsun Thai, Esvini Panirchellvum, Hean Chooi Ong, and Fai Chu Wong. 2012. "Phenolic Contents and Antioxidant Properties of *Stenochlaena Palustris*, an Edible Medicinal Fern." *Botanical Studies* 53(4): 439–46.
- Chaiyasut, Chaiyavat et al. 2018. "Formulation and Evaluation of Lactic Acid Bacteria Fermented Brassica Juncea (Mustard Greens) Pickle with Cholesterol Lowering Property." *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 8(4): 33–42.
- Chear, Nelson Jeng Yeou, Kooi Yeong Khaw, Vikneswaran Murugaiyah, and Choon Sheen Lai. 2016. "Cholinesterase Inhibitory Activity and Chemical Constituents of *Stenochlaena Palustris* Fronds at Two Different Stages of Maturity." *Journal of Food and Drug Analysis* 24(2): 358–66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfda.2015.12.005>.
- Chen, Y. S. et al. 2013. "Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Yan-Tsai-Shin (Fermented Broccoli Stems), a Traditional Fermented Food in Taiwan." *Journal of Applied Microbiology* 115(1): 125–32.
- Choi, Yun Jeong et al. 2019. "Changes in Volatile and Non-Volatile Compounds of Model Kimchi through Fermentation by Lactic Acid Bacteria." *Lwt* 105(August 2018): 118–26. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.001>.
- Coda, Rossana, Carlo Giuseppe Rizzello, Daniela Pinto, and Marco Gobbetti. 2012. "Selected Lactic Acid Bacteria Synthesize Antioxidant Peptides during Sourdough Fermentation of Cereal Flours." *Applied and Environmental Microbiology* 78(4): 1087–96.
- Das, Ratan, Himanshu Pandey, Bappi Das, and Susmita Sarkar. 2016. "Fermentation and Its Application in Vegetable Preservation: A Review." *International Journal of Food and Fermentation Technology* 6(2): 207.

- Dewi, Intan Wahyu Ristisa, Chorul Anam, and Esti Widowati. 2014. "Karakteristik Sensoris, Nilai Gizi Dan Aktivitas Antioksidan Tempe Kacang Gude (Cajanus Cajan) Dan Tempe Kacang Tunggak (Vigna Unguiculata) Dengan Berbagai Variasi Waktu Fermentasi." *Biofarmasi* 12(2): 73–82.
- Ding, Zhansheng et al. 2018. "Evaluation of Nitrate and Nitrite Contents in Pickled Fruit and Vegetable Products." *Food Control* 90: 304–11. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.03.005>.
- Dueñas, Montserrat et al. 2005. "Bioactive Phenolic Compounds of Cowpeas (Vigna Sinensis L). Modifications by Fermentation with Natural Microflora and with Lactobacillus Plantarum ATCC 14917." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85(2): 297–304.
- Fahrni, Rezqi Handayani, Susi Novaryatiin. 2013. "Potensi Tumbuhan Kelakai (Stenochlaena Palustris (Burm.F.) Bedd.) Asal Kalimantan Tengah Sebagai Afrodisiaka." *Jurnal Surya Medika* 3(2): 144–53.
- Fahrni, Fahrni, Rezqi Handayani, and Susi Novaryatiin. 2018. "Potensi Tumbuhan Kelakai (Stenochlaena Palustris (Burm.F.) Bedd.) Asal Kalimantan Tengah Sebagai Afrodisiaka." *Jurnal Surya Medika* 3(2): 144–53.
- Gao, H. 2017. "Optimization of Headspace Solid-Phase Microextraction for GC-MS Analysis of Volatile Compounds Produced by Biocontrol Strain Bacillus Subtilis CF-3 Using Response Surface Methodology." *Food Science and Technology Research* 23(4): 583–93. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?partnerID=HzOxMe3b&scp=85043693177&origin=inward>.
- Hadiyanto, and Maulana Azim. 2016. *Dasar-Dasar Bioproses*.
- Haminiuk, Charles W.I., Giselle M. Maciel, Manuel S.V. Plata-Oviedo, and Rosane M. Peralta. 2012. "Phenolic Compounds in Fruits - an Overview." *International Journal of Food Science and Technology* 47(10): 2023–44.
- Hayati, Rahmah, Rahmat Fadhil, and Raida Agustina. 2017. "Analisis Kualitas Sauerkraut (Asinan Jerman) Dari Kol (Brassica Oleracea) Selama Fermentasi Dengan Variasi Konsentrasi Garam Alumni Program Studi Teknik Pertanian , Fakultas Pertanian , Universitas Syiah Kuala , Program Studi Teknik Pertanian , Fakult." *Rona Teknik Pertanian* 10(2): 18–34.
- He, Rong et al. 2012. "Antioxidant Activities of Rapeseed Peptides Produced by Solid State Fermentation." *Food Research International* 49(1): 432–38.
- Hidayati, Umi et al. 2011. "POTENSI BAKTERI PENGGUNA METANOL DARI RIZOSFER TANAMAN KARET (Hevea Brasiliensis Muell. Arg.) UNTUK MEMPRODUKSI PROTEIN SEL TUNGGAL." *Jurnal Penelitian Karet* 29(1): 25–34.

- Hunaefi, Dase, Divine Nkonyam Akumo, and Iryna Smetanska. 2013. "Effect of Fermentation on Antioxidant Properties of Red Cabbages." *Food Biotechnology* 27(1): 66–85.
- Hur, Sun Jin et al. 2014a. "Effect of Fermentation on the Antioxidant Activity in Plant-Based Foods." *Food Chemistry* 160: 346–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.112>. 2014b. "Effect of Fermentation on the Antioxidant Activity in Plant-Based Foods." *Food Chemistry* 160: 346–56.
- Irawan, Daisy et al. 2006. "Ethnobotanical Study and Nutrient Potency of Local Traditional Vegetables in Central Kalimantan." *Tropics* 15(4): 441–48.
- Iwansyah, Ade Chandra, Luthfiara Ghiyats Patiya, and Hervally Hervally. 2019. "Pengaruh Konsentrasi Natrium Klorida Dan Lama Fermentasi Pada Mutu Fisikokimia, Mikrobiologi, Dan Sensori Kimchi Rebung." *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* 8(3): 227–37.
- Jaelani, Achmad, Muhammad Syarif Djaya, Gusti Khairun Ni'mah, and Abd. Malik. 2018. "Evaluasi Komposisi Botanis Dan Kandungan Nutrisi Pada Rumpun Rawa Kelakai (*Stenochlaena Palutris*) Dan Purun Tikus (*Heleocharis Dulcis* Burn) Di Kecamatan Cirebon Kabupaten Barito Kuala." *Pastura: Journal of Tropical Forage Science* 9(1): 7–10.
- James Hamuel Doughari. 2012. "Phytochemicals: Extraction Methods, Basic Structures and Mode of Action as Potential Chemotherapeutic Agents." *Phytochemicals - A Global Perspective of Their Role in Nutrition and Health*: 1–34. <http://www.intechopen.com/books/phytochemicals-a-global-perspective-of-their-role-in-nutrition-and-health/phytochemicals-extraction-methods-basic-structures-and-mode-of-action-as-potential-chemotherapeutic-0AInTech>.
- Jang, Hye Ji, Myung Wook Song, Na Kyoung Lee, and Hyun Dong Paik. 2018. "Antioxidant Effects of Live and Heat-Killed Probiotic *Lactobacillus Plantarum* Ln1 Isolated from Kimchi." *Journal of Food Science and Technology* 55(8): 3174–80.
- Jeong, Sang Hyeon et al. 2013. "Effects of Red Pepper Powder on Microbial Communities and Metabolites during Kimchi Fermentation." *International Journal of Food Microbiology* 160(3): 252–59. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.10.015>.
- Jo, Se Yeon, Eun A. Choi, Jae Joon Lee, and Hae Choon Chang. 2015. "Characterization of Starter Kimchi Fermented with *Leuconostoc Kimchii* GJ2 and Its Cholesterol-Lowering Effects in Rats Fed a High-Fat and High-Cholesterol Diet." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(13): 2750–56.

- Kaur, Prabhjot, Gargi Ghoshal, and Ashay Jain. 2019. "Bio-Utilization of Fruits and Vegetables Waste to Produce β -Carotene in Solid-State Fermentation: Characterization and Antioxidant Activity." *Process Biochemistry* 76: 155–64. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.10.007>.
- Kawahara, Takeshi, and Hajime Otani. 2006. "Stimulatory Effect of Lactic Acid Bacteria from Commercially Available Nozawana-Zuke Pickle on Cytokine Expression by Mouse Spleen Cells." *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 70(2): 411–17.
- Kementrian Pertanian. 2018. Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Hortikultura Tahun 2017 *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Hortikultura TA. 2017*.
- Kesuma, Yenrina. 2015. *Antioksidan Alami Dan Sintetik*. eds. Dyans Fahrezionaldo Safri and Safri Y. Padang: Andalas University Press.
- Kharat, Mahesh M. et al. 2016. "Antioxidant Compounds in Traditional Indian Pickles May Prevent the Process-Induced Formation of Benzene." *Journal of Food Protection* 79(1): 123–31.
- Kim, Jungyeon, Kum Boo Choi, Ju Hun Park, and Kyoung Heon Kim. 2019. "Metabolite Profile Changes and Increased Antioxidative and Antiinflammatory Activities of Mixed Vegetables after Fermentation by *Lactobacillus Plantarum*." *PLoS ONE* 14(5).
- Kim, Myungjin, and Jongsik Chun. 2005. "Bacterial Community Structure in Kimchi, a Korean Fermented Vegetable Food, as Revealed by 16S rRNA Gene Analysis." *International Journal of Food Microbiology* 103(1): 91–96.
- Kristiani, R.D., D. Rahayu, and A. Subarnas. 2013. "Aktivitas Antihiperurisemia Ekstrak Etanol Akar *Pakis* Tangkur (*Polypodium Feei*) Pada Mencit Jantan." *Bionatura Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik* 15(3): 175–76.
- Kumral, Aysegul. 2015. "Nutritional, Chemical and Microbiological Changes during Fermentation of Tarhana Formulated with Different Flours." *Chemistry Central Journal* 9(1): 1–8.
- Kusmardiyani, Siti, Grace Novita, and Irda Fidrianny. 2016. "Antioxidant Activities from Various Extracts of Different Parts of Kelakai (*Stenochlaena Palustris*) Grown in Central Kalimantan - Indonesia." *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 9(2): 215–19.
- Kusuma, Gusti Putu Adi Wira, Komang Ayu Nocianitri, and I Desak Putu Kartika Pratiwi. 2020. "Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fermented Rice Drink Sebagai." *Jurnal Itepa* 9(2): 181–92.

- Kusumaningrum, M., C. I. Sutrisno, and B.W.H.E. Prasetyono. 2012. "Kualitas Kimia Ransum Sapi Potong Berbasis Limbah Pertanian Dan Hasil Samping Pertanian Yang Difermentasi Dengan *Aspergillus Niger*." *Animal Agriculture Journa* 1(2): 32.
- Lee, Heejae et al. 2011. "Functional Properties of *Lactobacillus* Strains Isolated from Kimchi." *International Journal of Food Microbiology* 145(1): 155–61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.12.003>.
- Lee, Hui Young et al. 2006. "Human Originated Bacteria, *Lactobacillus Rhamnosus* PL60, Produce Conjugated Linoleic Acid and Show Anti-Obesity Effects in Diet-Induced Obese Mice." *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids* 1761(7): 736–44.
- Lee, Hyun Ah, Yeong Ok Song, Mi Soon Jang, and Ji Sook Han. 2013. "Alleviating Effects of Baechu Kimchi Added *Ecklonia Cava* on Postprandial Hyperglycemia in Diabetic Mice." *Preventive Nutrition and Food Science* 18(3): 163–68.
- Luo, W. et al. 2015. "Isolation of Lactic Acid Bacteria from Pao Cai, a Chinese Traditional Fermented Vegetable, with Inhibitory Activity against *Salmonella* Associated with Fresh-Cut Apple, Using a Modelling Study." *Journal of Applied Microbiology* 118(4): 998–1006.
- Manach, Claudine et al. 2005. "Bioavailability and Bioefficacy of Polyphenols in Humans. I. Review of 97 Bioavailability Studies." *The American journal of clinical nutrition* 81(1 Suppl): 230–42.
- Marco, Maria L. et al. 2017. "Health Benefits of Fermented Foods: Microbiota and Beyond." *Current Opinion in Biotechnology* 44: 94–102.
- Martins, Silvia et al. 2011. "Bioactive Phenolic Compounds: Production and Extraction by Solid-State Fermentation. A Review." *Biotechnology Advances* 29(3): 365–73.
- Masuda, Misako et al. 2012. "Production Potency of Folate, Vitamin B12, and Thiamine by Lactic Acid Bacteria Isolated from Japanese Pickles." *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 76(11): 2061–67.
- Monika et al. 2016. "Traditional Pickles of Himachal Pradesh." *Indian Journal of Traditional Knowledge* 15(2): 330–36.
- Moon, Song Hee, Cho Rong Kim, and Hae Choon Chang. 2018. "Heterofermentative Lactic Acid Bacteria as a Starter Culture to Control Kimchi Fermentation." *LWT - Food Science and Technology* 88(September 2017): 181–88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.009>.

- Muhiddin, Nurhayani H, Nuryati Juli, dan I Nyoman P Aryantha, and Jurusan Biologi Fak MIPA Universitas Haluoleo. 2001. "Peningkatan Kandungan Protein Kulit Umbi Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi." *Jms* 6(1): 1–12.
- Natania, Madeleine Susanto, and Antonius Herry Cahyana. 2019. "Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Kadar Antosianin Buah Duwet (*Syzygium Cumini*)." *Jurnal Sains dan Teknologi* 3(2): 17–24.
- Nazarni, R., D. Purnama, S. Umar, and H. Eni. 2016. "The Effect of Fermentation on Total Phenolic, Flavonoid and Tannin Content and Its Relation to Antibacterial Activity in Jaruk Tigarun (*Crataeva Nurvala*, Buch HAM)." *International Food Research Journal* 23(1): 309–15.
- Nguyen, Doan Thi Lam et al. 2013. "A Description of the Lactic Acid Bacteria Microbiota Associated with the Production of Traditional Fermented Vegetables in Vietnam." *International Journal of Food Microbiology* 163(1): 19–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.01.024>.
- Othman, Nada Ben et al. 2009. "Antioxidant Phenolic Compounds Loss during the Fermentation of Chétoui Olives." *Food Chemistry* 116(3): 662–69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.084>.
- Palupi, FR ZAkaria, E prangdimurti, NS. 2007. "Pengaruh Pengolahan Terhadap Nilai Gizi Pangan." In *Modul E-Learning ENBP, Departemen Ilmu Dan Teknologi PAngan- Feteta-IPB*, , 1–14.
- Park, Eun Jin et al. 2012. "Bacterial Community Analysis during Fermentation of Ten Representative Kinds of Kimchi with Barcoded Pyrosequencing." *Food Microbiology* 30(1): 197–204. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2011.10.011>.
- Park, J S. 2011. "Physicochemical Properties of Salt-Fermented *Mytilus Edulis* Added with Various Seasoning Sauces." *Korean Journal of Food Preservation*. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201124359111330.page>.
- Park, Jung Min et al. 2011a. "Effect of Antioxidant Activity in Kimchi during a Short-Term and over-Ripening Fermentation Period." *Journal of Bioscience and Bioengineering* 112(4): 356–59. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiosc.2011.06.003>.
- . 2011b. "Effect of Antioxidant Activity in Kimchi during a Short-Term and over-Ripening Fermentation Period." *Journal of Bioscience and Bioengineering* 112(4): 356–59. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiosc.2011.06.003>.

- Pennington, Jean A.T., and Rachel A. Fisher. 2010. "Food Component Profiles for Fruit and Vegetable Subgroups." *Journal of Food Composition and Analysis* 23(5): 411–18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2010.01.008>.
- Pratiwi, Ni Putu Iin Intan, I Wayan Suardana, and I Nyoman Suarsana. 2017. "Karakterisasi Fisikokimia Dan Uji Aktivitas Bakteriosin Dari Bakteri Asam Laktat Isolat 13 B Hasil Isolasi Kolon Sapi Bali." *Indonesia Medicus Veterinus* 6(4): 278–87.
- Primurdia, Elke Galuh, and Joni Kusnadi. 2014. "Antioxidant Activity of Probiotic Drink From Dates Extract (*Phoenix Dactylifera* L.) With the Isolates of *L. Plantarum* and *L. Casei*." *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(3): 98–109. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/57/66>.
- Putri, Widya Dwi Rukmi, Haryadi Haryadi, and Djagal Wisesa Marseno. 2012. "Isolation and Characterization of Amyolytic Lactic Acid Bacteria during Ggrowol Fermentation, an Indonesian Traditional Food." *Jurnal Teknologi Pertanian* 13(1): 52–60.
- Rambitan, Grisella, Johanis J Pelealu, and Trina E Tallei. 2018. "Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Hasil Fermentasi Kol Merah (*Brassica Oleracea* L.) Sebagai Probiotik Potensial (Isolation and Identification Lactic Acid Bacteria from Red Cabbage (*Brassica Oleracea* L.) Fermentation as Potential Probiotic)." *Jurnal Bios Logos* 8(2): 33.
- Rustan, Idha Reskia. 2013. "Studi Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Dari Fermentasi Cabai Rawit (*Capsicum Frutenscens* L.)." *Skripsi*: 1–70.
- Saeedi, Mansour et al. 2015. "Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria in Winter Salad (Local Pickle) during Fermentation Using 16S RRNA Gene Sequence Analysis." *Journal of Food Safety* 35(3): 287–94.
- Septembre-Malaterre, Axelle, Fabienne Remize, and Patrick Poucheret. 2018. "Fruits and Vegetables, as a Source of Nutritional Compounds and Phytochemicals: Changes in Bioactive Compounds during Lactic Fermentation." *Food Research International* 104: 86–99. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.031>.
- Sharma, Vasudha, and Hari N. Mishra. 2014. "Unstructured Kinetic Modeling of Growth and Lactic Acid Production by *Lactobacillus Plantarum* NCDC 414 during Fermentation of Vegetable Juices." *LWT - Food Science and Technology* 59(2P1): 1123–28.
- Shen, Biao et al. 2017. "Effects of Inoculated Starter of Lactic Acid Bacteria on Quality and Microbial Diversity of Pickled Wax Gourd in Eastern Zhejiang." *Journal of Food Processing and Preservation* 41(2): 1–9.
- Subandiyono, and Sri Hastuti. 2016. "Buku_Ajar_Nutrisi_Ikan_2016_III.Pdf." : 1–52.

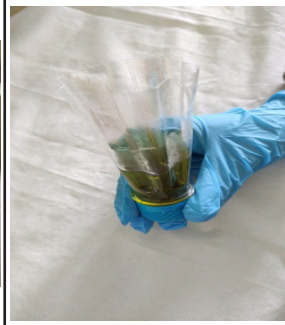
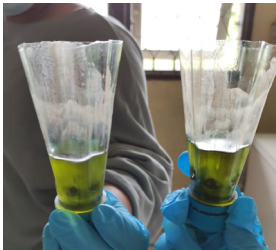
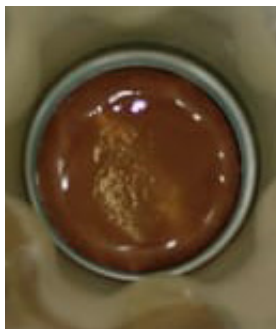
- Suhartono, Eko et al. 2012. "Total Flavonoid and Antioxidant Activity of Some Selected Medicinal Plants in South Kalimantan of Indonesian." *APCBEE Procedia* 4(December 2012): 235–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.11.039>.
- Suhartono, Eko, M Bakhriansyah, and Rini Handayani. 2010. "Efek Ekstrak *Stenochlaena Palustris* Terhadap Jumlah Circulating Endothelial Cells *Marmota Caligata* Setelah Didemamkan Effect of *Stenochlaena Palustris* Extract on Circulating Endothelial Cells *Marmota Caligata* Induced Fever." *Majalah Farmasi Indonesia* 21(3): 166–70.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. Surabaya: UNESA Press.
- Tamang, Jyoti P, Dong Hwa Shin, Su Jin Jung, and Soo Wan Chae. 2016. "Functional Properties of Microorganisms in Fermented Foods." *Frontiers in Microbiology* 7(APR): 1–13.
- Tandrianto, J, D K Mintoko, and S Gunawan. 2014. "Pengaruh Fermentasi Pada Pembuatan Mocaf (Modified Cassava Flour) Dengan Menggunakan *Lactobacillus Plantarum* Terhadap Kandungan Protein." *Jurnal Teknik Pomits* 3(2): 143–45.
- Tiwari, U., and E. Cummins. 2013. "Factors Influencing Levels of Phytochemicals in Selected Fruit and Vegetables during Pre- and Post-Harvest Food Processing Operations." *Food Research International* 50(2): 497–506. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.007>.
- Tkacz, Karolina et al. 2020. "Dynamics of Changes in Organic Acids, Sugars and Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Sea Buckthorn and Sea Buckthorn-Apple Juices during Malolactic Fermentation." *Food Chemistry* 332: 127382.
- Torres, Sebastian, Hernán Verón, Luciana Contreras, and Maria I. Isla. 2020. "An Overview of Plant-Autochthonous Microorganisms and Fermented Vegetable Foods." *Food Science and Human Wellness* 9(2): 112–23. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2020.02.006>.
- Utami, Ratri Retno. 2018. "Antioksidan Biji Kakao: Pengaruh Fermentasi Dan Penyangraian Terhadap Perubahannya (Ulasan)." *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* 13(2): 75.
- Weldemichael, Helen et al. 2019. "Characterization of the Microbiota and Volatile Components of Kocho, a Traditional Fermented Food of Ethiopia." *Heliyon* 5(6): e01842. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019305973>.
- Wijayanti, Ernandin Dyah, Nur Candra, Eka Setiawan, and Jean Patricia Cristi. 2017. "Effect of Lactic Acid Fermentation on Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Fig Fruit Juice (*Ficus Carica*)." 2(Hsic): 282–89.

- Wiwaha, G. et al. 2012. "Etnopharmacology Observation of Medicinal Plant/ Traditional Medicinal Ingredient for Dyslipidemia Treatment in West Java Local Wisdom." *Jurnal Medika Planta* 2(1): 246949.
- Wu, Rina et al. 2015. "Changes in Flavour and Microbial Diversity during Natural Fermentation of Suan-Cai, a Traditional Food Made in Northeast China." *International Journal of Food Microbiology* 211: 23–31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.06.028>.
- Xiang, Wen Liang et al. 2020. "Effect of Weissella Cibaria Co-Inoculation on the Quality of Sichuan Pickle Fermented by Lactobacillus Plantarum." *Lwt* 121(August 2019): 108975. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108975>.
- Xiong, T et al. 2013. "Screening and Identification of Functional Lactobacillus Specific for Vegetable Fermentation." *Journal of food*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1750-3841.2012.03003.x>.
- Xiong, Tao et al. 2014. "Fermentation of Chinese Sauerkraut in Pure Culture and Binary Co-Culture with Leuconostoc Mesenteroides and Lactobacillus Plantarum." *LWT - Food Science and Technology* 59(2P1): 713–17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.059>.
- Yang, Fan, Peng Wang, and Hua Zhao. 2019. "Quality Enhancement of Fermented Vegetable Juice by Probiotic through Fermented Yam Juice Using Saccharomyces Cerevisiae." *Food Science and Technology* 40(1): 26–35.
- Yang, Fan, Yu Peng Wang, and Hua Zhao. 2020. "Quality Enhancement of Fermented Vegetable Juice by Probiotic through Fermented Yam Juice Using Saccharomyces Cerevisiae." *Food Science and Technology* 40(1): 26–35.
- Yang, Xiaozhe et al. 2019. "Effect of Salt Concentration on Quality of Northeast Sauerkraut Fermented by Leuconostoc Mesenteroides and Lactobacillus Plantarum Salt Effects on Northeast Sauerkraut Fermentation." *Food Bioscience* 30(March): 100421. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100421>.
- Zannah, Fathul, Mohammad Amin, Hadi Suwono, and Betty Lukiati. 2015. "Pakis Endemik Di Kalimantan Tengah." : 31–33.

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian
PROSES PENANGANAN BAHAN BAKU PAKIS







Proses Homogenisasi
Pakis

Penimbangan *Pakis*

Pengukusan *Pakis*

| | | |
|---|---|--|
|  |  |  |
| <p>Proses Pencampuran dengan NaCl dan Starter <i>L.plantarum</i></p> | <p>Pembagian dan penimbangan <i>pakis</i> menjadi 3 bagian</p> | <p>Proses fermentasi selama 144 jam</p> |
|  |  |  |
| <p>Proses Persiapan Pengovenan <i>Pakis</i></p> | <p><i>Pakis</i> Kering</p> | <p>Proses Pembuatan Serbuk <i>Pakis</i></p> |
|  |  |  |
| <p>Serbuk <i>Pakis</i></p> | <p>Proses Maserasi</p> | <p>Proses Shaker</p> |



Proses Centrifuge



Proses Evaporasi



Ekstrak Pakis

PROFIL PENULIS



Jurianto Gambir, kesehariannya dipanggil, Gambir, lahir di Pematang Raya 6 Januari 1970, Sumatera Utara. Sebelum menjadi dosen pernah bekerja di Puskesmas Nanga Merakai, Kecamatan Ketungau Tengah Kabupaten Sintang Provinsi Kalimantan Barat. Pada tahun 1996 mendapatkan kesempatan tugas belajar di Akademi Gizi Depkes Jakarta. Setelah tamat mengabdikan di Akademi Gizi Depkes Pontianak dan saat ini telah berubah nama menjadi Poltekkes Kemenkes Pontianak. Pada tahun 2001 penulis mendapatkan kesempatan mengikuti tugas belajar di Universitas Gajah Mada dan menyelesaikan Pendidikan Strata-2 (Magister Kesehatan, M.Kes) pada tahun 2003. Saat ini penulis merupakan Dosen Tetap di Prodi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika dan mengampu mata kuliah Gizi Dalam Daur Kehidupan, Dietetika dan beberapa mata kuliah lainnya yang berkaitan dengan pangan. Penulis juga aktif pada kegiatan organisasi profesi dan pernah terlibat dalam beberapa penelitian yang diselenggarakan oleh Seameo, Badan Litbang Kemenkes dan Lembaga Swadaya Masyarakat (World Vision Indonesia) serta Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat (PNPM - PISEW).



Sarma Siahaan, Lahir di Balige pada tanggal 20 September 1972, menyelesaikan pendidikan jenjang Strata-1 tahun 1997 pada fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sisingamangaraja XII Medan. Tahun 2009 mendapatkan kesempatan ikut mengikuti tugas belajar ke jenjang Magister Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB. Saat ini penulis terdaftar menjadi dosen tetap di Jurusan Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak sejak 2008 dengan mengampu beberapa mata kuliah yang antara lain adalah Manajemen Jasa dan dampak pengelolaan lingkungan, Ekowisata, Statistika, Pengantar Ilmu Kehutanan dan Etika Lingkungan.



Mulyanita, lahir di Tangerang pada tanggal 1 Januari 1983, menyelesaikan pendidikan jenjang Strata-1 tahun 2005 pada Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung. Tahun 2019 menyelesaikan pendidikan Magister pada Program Studi Teknologi Agroindustri, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Konsentrasi Teknologi Pangan Universitas Padjadjaran Jatinangor Sumedang. Menjadi Dosen Tetap di Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Pontianak sejak tahun 2019 dengan mengampu beberapa mata kuliah yaitu Ilmu Pangan, Ilmu Teknologi Pangan, Ketahanan dan Keamanan Pangan, Keamanan Mutu Pangan, Pengembangan Formula Makanan, dan Pangan Kreatif.



Suaebah, dengan nama panggilan, Ebah, lahir di Nipa tanggal 18 September 1977, alhamdulillah saat ini dikaruniai 3 putra putri. Sejak tahun 2001 diangkat jadi PNS di Akademi Gizi Pontianak sebagai tenaga Instruktur, hingga akhirnya pada tahun 2005 diberi kesempatan untuk mengikuti tugas belajar Strata-1 di Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar, Prodi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat. Pada tahun 2015 dapat melanjutkan lagi pada jenjang Strata-2 di Universitas yang sama, peminatan gizi di Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM). Saat ini terdaftar sebagai dosen tetap di Prodi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika Poltekkes Kemenkes Pontianak dan mengajar mata kuliah : Gizi Kulineri, Ilmu Gizi, Gizi Dalam Daur Kehidupan, Pengembangan Kuliner, Pangan Kreatif.